

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA,
METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
E.A.P. DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DEL SISTEMA
PÓRFIDO DE Cu PUCACORRAL NORTE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO**

Por el Bachiller
Arturo Moretti Jiménez

LIMA - PERÚ
JUNIO 2008

ASESOR : Ing. César Orlando Orbegozo Perret

JURADO : Dr. Nestor Chacón Abad (Presidente)

Ing. Hugo Rivera Mantilla

Ing. César Orlando Orbegozo Perret

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la empresa Teck Cominco Perú, a Manuel Montoya, José Díaz y a su gerente Walter Tejada, por su apoyo, correcciones, enseñanzas, aportes y por formarme profesionalmente. También a Steve Jensen (ex gerente) por su apoyo al inicio de este estudio.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica, la cual me formó académicamente mediante grandes profesionales, de los cuales guardo grandes enseñanzas y recuerdos.

A mi asesor, Ing. Orlando Orbegozo Perret, a los miembros del jurado, Dr. Nestor Chacón Abad y al Ing. Hugo Rivera, por sus aportes, paciencia, tiempo y correcciones para mejorar el presente estudio.

A mi familia, mis hermanos Zorina, Rita, Toño y Leo, por su constante apoyo y amistad, a mis padres Antonio y Gloria, por su guía, consejos, cariño y por respetar siempre mis decisiones.

A mis amigos, Alfredo, Felipe, Mariano, Julio, Fernando, Evelyn y Eduardo, por su amistad incondicional.

A Karen, por su gran cariño, amistad y por dejarme compartir tiempo juntos.

INDICE

Página

Resumen.....	1
Introducción.....	4
CAPÍTULO I	5
1. Generalidades	5
1.1 Objetivos.....	5
1.2 Ubicación y accesibilidad.....	5
1.3 Propiedad.....	6
1.4 Trabajos previos de exploración.....	6
1.5 Metodología de Trabajo	6
CAPÍTULO II	
2. Aspectos Fisiográficos	8
2.1 Geomorfología.....	8
2.1.1 Valles	8
2.1.2 Estribaciones de la Cordillera Occidental	8
2.1.3 Estribaciones Andinas	8
2.2 Drenaje y Topografía.....	9
2.3 Clima y Vegetación	9
2.4 Comunidades	9
CAPÍTULO III	
3. Marco Geológico Regional.....	11
CAPÍTULO IV	
4. Geología Local	13
4.1 Estratigrafía	13
4.1.1 Grupo Yura	13

4.1.2 Cobertura Cuaternaria.....	16
4.2 Rocas Ígneas	17
4.2.1 Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte.....	17
4.2.1.a Andesita Porfirítica Precursora.....	18
4.2.1.b Pórfido Dacítico Temprano	22
4.2.1.c Pórfido Diorítico Intermineral Temprano.....	27
4.2.1.d Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío	30
4.2.1.e Diorita Cuarzófera Tardimineral	34
4.2.1.f Pórfido Diorítico Postmineral	37
4.2.2 Batolito de la Costa	40
4.2.2.a Superunidad Incahuasi.....	40
4.3 Geología Estructural	41

CAPÍTULO V

5. Alteración y Mineralización	44
5.1 Alteración	44
5.1.1 Evento Prógrado	45
5.1.1.1 Alteración Potásica.....	45
5.1.1.2 Alteración Propilítica.....	46
5.1.2 Evento Retrógrado.....	47
5.1.2.1 Alteración Fílica	47
5.1.3 Evento Supérgeno.....	49
5.1.3.1 Alteración Argílica Supérgena	49
5.2 Mineralización.....	49
5.2.1 Zona Lixiviada.....	50
5.2.2 Zona de Óxidos de Cobre	51
5.2.3 Zona de Enriquecimiento Secundario.....	53
5.2.4 Zona de Sulfuros Primarios	54

CAPÍTULO VI

6. Geoquímica	55
----------------------------	-----------

CAPÍTULO VII

7. Evolución y Edad del Sistema Pórfido Pucacorrall Norte	58
7.1 Evolución del Sistema Pórfido Pucacorrall Norte	58
7.2 Edad del Sistema Pórfido Pucacorrall Norte	59

CAPÍTULO VIII

8. Potencial y Programa de Exploración Propuesto	61
8.1 Potencial del Sistema	61
8.2 Programa de Exploración Propuesto	61

Conclusiones.....	63
--------------------------	-----------

Recomendaciones.....	64
-----------------------------	-----------

Bibliografía.....	65
--------------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación (1:1,250,000)	después de la pág. 5
Figura 2: Mapa de Denuncios (1:50,000).....	después de la pág. 6
Figura 3: Geología Regional (1:200,000).....	después de la pág. 11
Figura 4: Columna Estratigráfica	después de la pág. 13
Figura 5: Geología Local (1:25,000)	después de la pág. 13
Figura 6: Lineamientos Regionales (1:200,000)	después de la pág. 41
Figura 7: Lineamientos Locales (1:25,000).....	después de la pág. 43
Figura 8: Mapa de Alteración (1:25,000).	después de la pág. 44
Figura 9: Mapa de Mineralización (1:25,000).....	después de la pág. 49
Figura 10: Mapa Geoquímico de Cobre – Rocas (1:17,000).....	después de la pág. 57
Figura 11: Mapa Geoquímico de Molibdeno - Rocas (1:17,000)	después de la pág. 57
Figura 12: Mapa Geoquímico de Oro - Rocas (1:17,000).....	después de la pág. 57
Figura 13: Mapa Geoquímico de Plomo - Rocas (1:17,000).....	después de la pág. 57
Figura 14: Mapa Geoquímico de Zinc - Rocas (1:17,000).....	después de la pág. 57
Figura 15: Líneas de Sección	después de la pág. 59
Figura 16: Leyenda para las figuras 17 a 24.....	después de la pág. 59
Figura 17: Sección A-A'. Depositación del Grupo Yura	después de la pág. 59
Figura 18: Sección A-A'. Emplazamiento del Pórfido Andesítico Precursor.....	después de la pág. 59
Figura 19: Sección A-A'. Emplazamiento del Pórfido Dacítico Temprano....	después de la pág. 59
Figura 20: Sección A-A'. Emplazamiento del Pórfido Diorítico Intermineral Temprano y del Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. Etapa Hidrotermal Principal	después de la pág. 59
Figura 21: Sección A-A'. Emplazamiento de la Diorita Cuarcifera Tardimineral y del Pórfido Diorítico Postmineral.....	después de la pág. 59
Figura 22: Sección A-A'. Tectónica Peruana y Quechua. Emplazamiento del Batolito de la Costa	después de la pág. 59
Figura 23: Sección A-A'. Levantamiento y Erosión. Vista actual del relieve del Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte. Formación de la Zona de Lixiviación y de la Zona de Enriquecimiento Secundario	después de la pág. 59
Figura 24: Sección B-B'. Posible Zona de Enriquecimiento Secundario	después de la pág. 59
Figura 25: Franja Cretácea de Pórfido de Cu (1:6'000,000)	después de la pág. 60
Figura 26: Pozos Propuestos de Perforación (1:25,000)	después de la pág. 62

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Rangos Geoquímicos para Cu, Mo, Au, Pb, Zn	57
Tabla 2: Ubicación de Pozos Propuestos	62

APÉNDICE

Apéndice I. Lecturas de PIMA.	
Apéndice II.A. Muestras Geoquímicas del Prospector Pucacorrall Norte.	
Apéndice II.B. Histogramas y Gráficos de Frecuencias Acumulativas.	
Apéndice II.C. Matriz de Correlaciones Geoquímicas del Prospector Pucacorrall Norte.	
Apéndice III. Dataciones Radiométricas Ar-Ar de Muestras de Roca.	

LISTA DE PLANOS

Plano 1: Prospector Pucacorrall Norte, Mapa de Geología (1:10,000).	
Plano 2: Prospector Pucacorrall Norte, Mapa de Alteración (1:10,000).	
Plano 3: Prospector Pucacorrall Norte, Mapa de Mineralización (1:10,000).	
Plano 4: Prospector Pucacorrall Norte, Mapa de Geología de Interpretación (1:10,000).	
Plano 5: Prospector Pucacorrall Norte, Pozos Propuestos de Perforación (1:10,000).	

RESUMEN

El prospecto Pucacorrall Norte se ubica en la margen izquierda del río Grande, en el distrito de Huac-Huas, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho, entre las cotas 1,300 y 2,000 m.s.n.m. aproximadamente a 68 km al este de la ciudad de Ica y a 310 km al sureste de la ciudad de Lima.

El prospecto Pucacorrall Norte es un pórfido de cobre ubicado dentro de la franja metalogenética de los pórfidos de cobre Los Pinos-Puquio-Lara-Pecoy de rumbo noroeste-sureste.

El Pórfido Pucacorrall Norte, según el marco regional y las características del sistema es de edad Cretácea. Dicha edad ubica al sistema de Pórfido Pucacorrall Norte dentro de la franja tentativamente Cretácea de Pórfidos del Sur del Perú al igual que los pórfidos de Los Pinos-Puquio-Lara-Pecoy con edades que varían entre aproximadamente 76 y 112 M.a.

El prospecto Pucacorrall Norte está relacionado a diferentes pulsos intrusivo-hipabisales de composición intermedia a félsica (Andesita Porfirítica Precursora, Pórfido Dacítico Temprano, Pórfido Diorítico Intermineral Temprano, Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío, Diorita Cuarcifera Tardimineral, Pórfido Diorítico Postmineral) que intruyen a los sedimentos del Grupo Yura. A su vez es cortado por un gran cuerpo intrusivo del Batolito de la Costa compuesto por granodioritas y tonalitas con las cuales se relacionan también en contacto-falla. El Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte es más antiguo que el Batolito de la Costa.

Localmente el Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte tiene una orientación predominante NNO, la cual rige la orientación de los diferentes pulsos intrusivo-hipabisales, de las vetas mineralizadas y del Pórfido Dacítico Temprano que es el principal portador de mineralización. En el área también se observan sistemas de fallas de dirección noroeste, norte-sur y noreste.

El sistema de alteración asociado al pórfido presenta una extensión de 3.3 x 2.1 km relacionado a una moderada anomalía de color. Dicha alteración comprende una zona principal de cuarzo-sericita de intensidad moderada, extendida en la parte central del sistema en un área aproximada de 1.7 x 1.3 km, principalmente concentrada en el Pórfido Dacítico Temprano. Dicha alteración se superpone al Pórfido Diorítico Intermineral Temprano y al Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío que presentan alteración potásica con predominancia de biotita secundaria. Los stocks y diques tardíminerales y postminerales presentan una alteración propilítica moderada a fuerte. En los bordes del sistema, la Andesita Porfírica Precursora presenta una alteración propilítica de intensidad moderada a fuerte, mientras que los sedimentos del Grupo Yura presentan hornfelsización y sericitización de intensidad moderada.

La mineralización primaria en el prospecto Pucacorrall Norte está afectada por lixiviación de intensidad moderada a fuerte, compuesta de hematita, goethita y jarosita a modo de stockwork y disseminaciones desarrolladas sobre todo en el Pórfido Dacítico Temprano. Dicha lixiviación es más fuerte hacia la parte sur del sistema, gradualmente se hace más débil hacia la parte oeste y norte donde se ha registrado sectores hasta con 7-10% de pirita disseminada relacionada mayormente a la Diorita Cuarzífera Tardímineral.

En general, el vetilleo es poco denso y escaso a excepción de algunos sectores con vetillas tipo “B” de cuarzo-jarosita y cuarzo-calcopirita, vetillas tipo “D” de cuarzo-pirita con halo de sericita y presencia de vetillas de turmalina. También se ha observado cantidades reducidas de minerales de cobre en superficie, presentes a manera de discretas manchas de óxidos verdes de origen exótico tiñendo pequeños afloramientos y a lo largo de algunas vetas de cuarzo-especularita-turmalina y cuarzo-calcopirita-goethita. Se estima que por debajo de la zona lixiviada se encuentra una zona de enriquecimiento secundario posiblemente inmaduro.

Mediante los estudios geoquímicos de las muestras tomadas se determinó zonas anómalas en Cu, Mo, Au, Pb y Zn que en su mayoría, están asociadas con el Pórfido Dacítico Temprano, los pórfidos interminerales y a las zonas con alteración fílica y

potásica, en algunos casos a las estructuras mineralizadas de cuarzo-especularita-turmalina y cuarzo-calcopirita-goethita. Mediante análisis matemáticos-estadísticos y utilizando un diagrama de frecuencias versus frecuencias acumulativas, se obtuvieron los siguientes valores: entre 3 y 462 ppm de cobre, entre 1 y 16 ppm de molibdeno, entre 1 y 96 ppb de oro, entre 1 y 39 ppm de plomo, y entre 1 y 87 ppm de zinc. El cobre y el molibdeno están asociados al Pórfido Dacítico Temprano y a los pórfidos interminerales. El plomo, el zinc y el oro están asociados al Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío, vetas y estructuras.

El prospecto Pucacorrall Norte es un sistema tipo pórfido de cobre de ley moderada a baja en cobre primario y secundario. Aunque las condiciones geológicas indican que en general sólo parte de la pirita existente fue lixiviada, es posible que en el sector sur del sistema se haya generado una zona con enriquecimiento secundario debido a la relativamente mayor lixiviación (“leached capping” jarosítico existente) y alteración identificadas en dicha zona. Esta zona de enriquecimiento secundario tiene el potencial de albergar mineralización económica de cobre.

A fin de definir el potencial económico del Pórfido Pucacorrall Norte se recomienda ejecutar un programa de perforación en la parte central y en las zonas cubiertas adyacentes al sur, con el fin de probar posible mineralización de Cu secundario y primario.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio realizado por el autor caracteriza genéticamente al sistema pórfido de cobre Pucacorrall Norte a partir de sus relaciones de contacto, mineralización, alteración y control estructural tomando en cuenta el *Modelo de Zonación Lateral y Vertical de Alteración y Mineralización de Depósitos Tipo Pórfido* de Lowell y Guilbert, 1970. En el sur del Perú, entre el valle del río Cañete en Lima hasta los límites de Cerro Verde en Arequipa, los diferentes prospectos como Los Pinos, Puquio, Lara, Zafranal y Angostura eran originalmente considerados como la extensión norte de la franja Paleocena de pórfidos de cobre-molibdeno (52 a 59 Ma., Camus, 2003). El trabajo de campo y estudios geocronológicos realizados por el autor respaldado por otros estudios recientes (Sillitoe y Perelló, 2005; Quang et al., 2005; Montoya et al., 2004; Rivera, 2007; Acosta, 2007; Silva, 2008) confirman que la mineralización en esta franja esta asociada a intrusivos calcoalcalinos de edad Cretácea y el prospecto Pucacorrall Norte comparte estas características, ubicándose dentro de ésta franja.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Objetivos.

- a. Definir y caracterizar la geología, alteración, mineralización y geoquímica del sistema del Pórfido Pucacorrall Norte para establecer su modelo geológico.
- b. Determinar la edad del pórfido mediante dataciones radiométricas y ubicarlo dentro del contexto regional del sur del Perú.
- c. Determinar los objetivos de exploración dentro del sistema definiendo las áreas mineralizadas de posible importancia económica para la recomendación de ubicación de pozos de perforación que prueben el sistema.
- d. Optar el título de Ingeniero Geólogo.

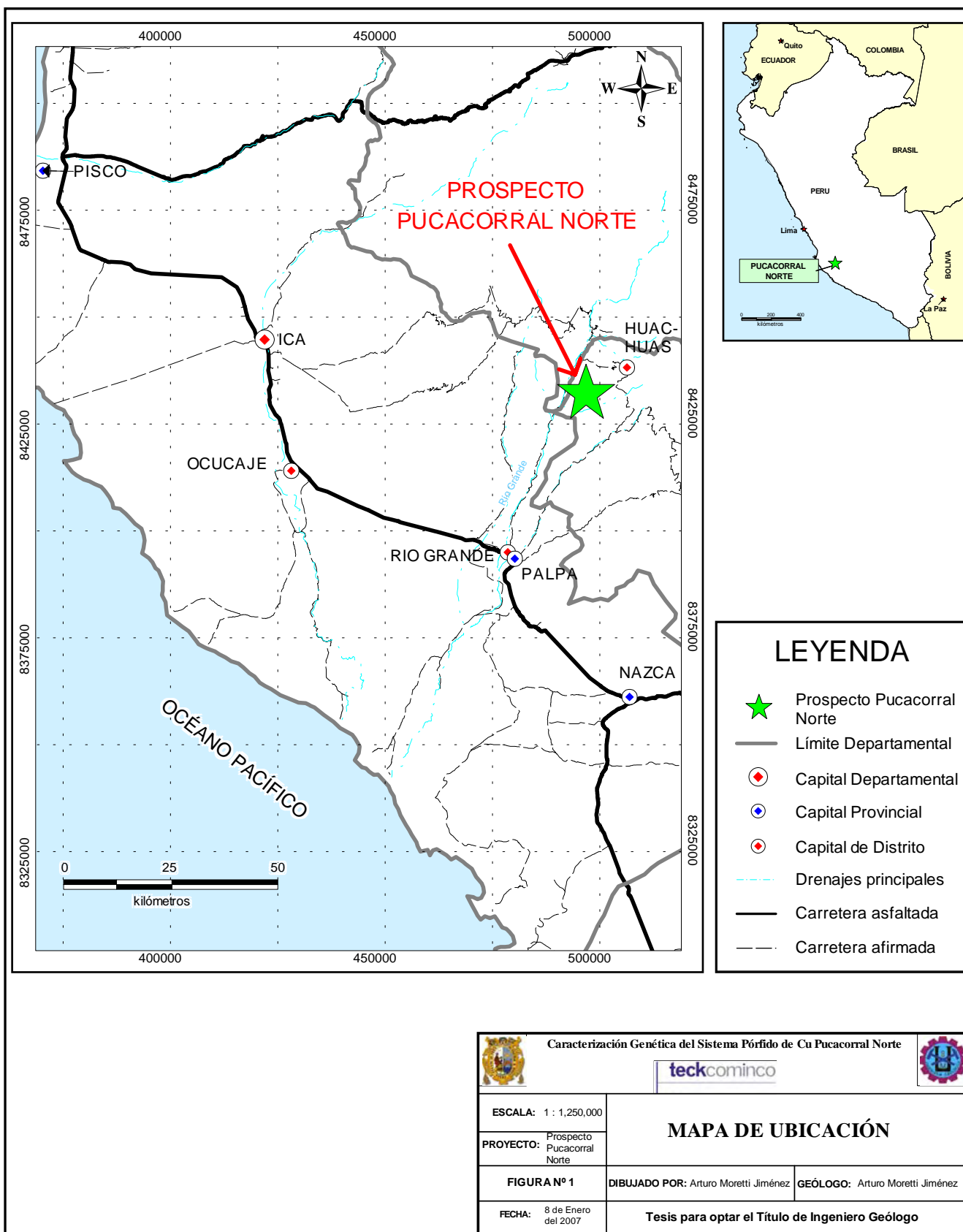
1.2 Ubicación y Accesibilidad.


El Pórfido Pucacorrall Norte está ubicado en el distrito de Huac-Huas, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho, aproximadamente a 68 km al este de la ciudad de Ica y a 310 km al sureste de la ciudad de Lima. El centro poblado más cercano es Oritohuasi. Se encuentra dentro de la franja de pórfidos de Los Pinos-Puquio-Lara-Pecoy (Fig. 1). Se encuentra a una elevación que va desde los 1,300 a 2,000 m.s.n.m.

El área de estudio se encuentra comprendida dentro de las siguientes coordenadas UTM (Zona 18):

8'436,020m N – 493,880m E

8'432,780m N – 495,370m E



		Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Pucacorrall Norte			
					
ESCALA: 1 : 1,250,000		MAPA DE UBICACIÓN			
PROYECTO: Prospecto Pucacorrall Norte					
FIGURA N° 1		DIBUJADO POR: Arturo Moretti Jiménez		GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez	
FECHA: 8 de Enero del 2007		Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo			

El acceso se realiza por una trocha carrozable que se dirige a Laramate, que parte aproximadamente del km 399 de la carretera Panamericana Sur y sigue el valle del río Grande por aproximadamente 52 km y empleando un tiempo aproximado de dos horas y media. El otro acceso es una trocha carrozable (usada en época de lluvia) que sigue todo el valle del río Palpa, hasta la localidad de Huac-Huas, el tiempo aproximado es de 5 horas.

1.3 Propiedad.

El prospecto Pucacorrall Norte se extiende sobre una concesión con un total de 400 ha, de propiedad al 100% de Teck Cominco Perú S.A. y además cubre el área de otras concesiones aledañas de terceros con un total de 4200 ha. (Fig. 2).

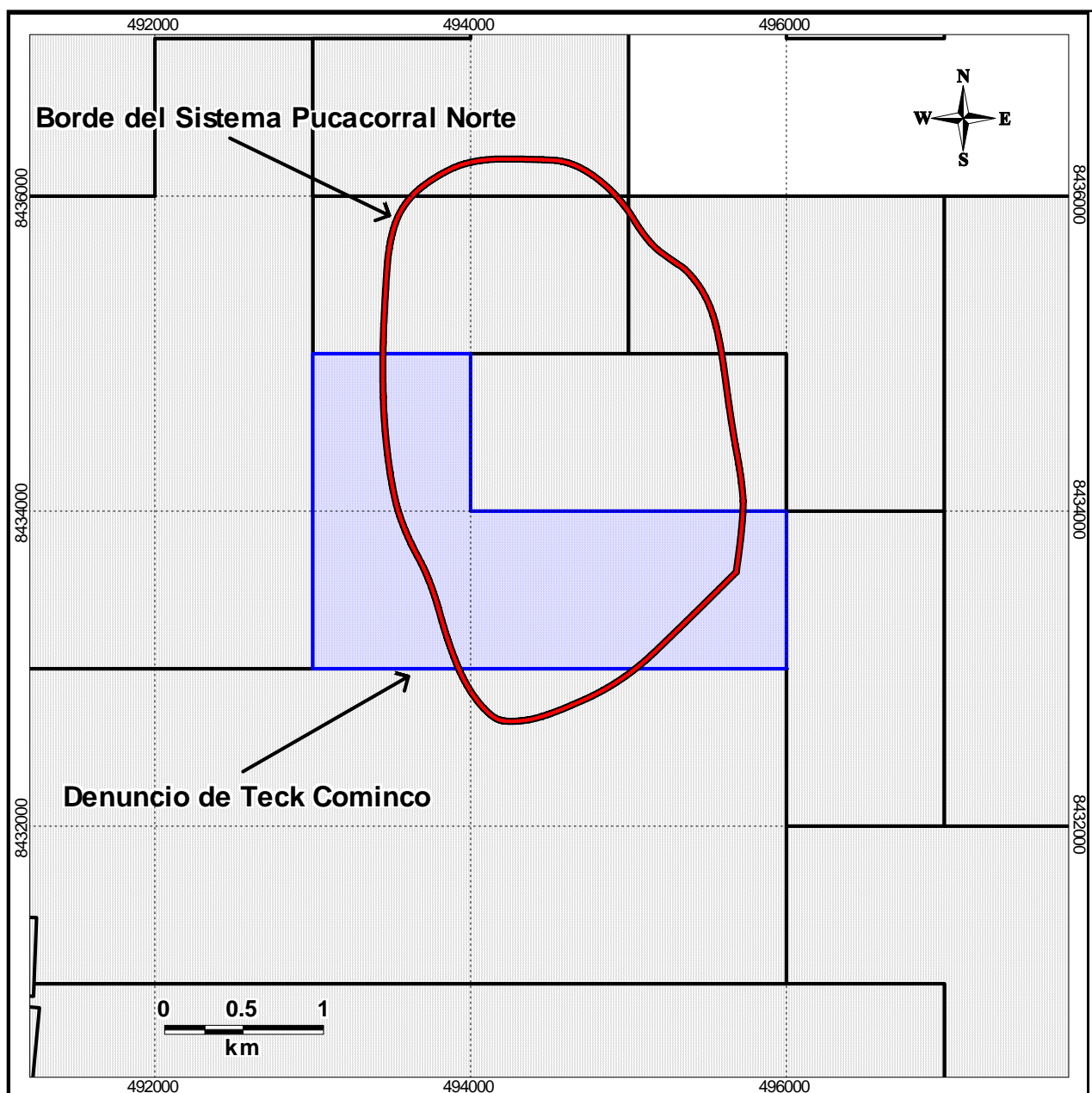
1.4 Trabajos Previos de Exploración.




El prospecto fue identificado por Teck Cominco en base a trabajos de reconocimiento en el año 2003. La zona se halla inexplorada, habiendo sólo sido objeto de algunos cateos de minería informal llevados a cabo por mineros artesanales en vetas de cuarzo aurífero dentro del Batolito de la Costa y del Grupo Yura.

1.5 Metodología de Trabajo.

La metodología de trabajo comprendió las siguientes fases:

- a) Recopilación de información cartográfica (planos topográficos y geológicos), bibliográfica y digital del área y alrededores de la zona de investigación.
- b) Trabajos de Campo. Se realizó un mapeo al detalle (escala 1 : 5,000) de la geología, alteración, mineralización y rasgos estructurales locales para definir los límites del sistema. Se realizó el muestreo de 82 muestras de fragmentos de roca para estudios geoquímicos de la zona mediante correlaciones y mapas de isovalores. Las muestras fueron analizadas en los laboratorios de ALS



 Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Pucacorrall Norte  	
ESCALA: 1 : 50,000 PROYECTO: Prospecto Pucacorrall Norte	MAPA DE DENUNCIOS
FIGURA Nº 2	DIBUJADO POR: Arturo Moretti Jiménez GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez
FECHA: 8 de Enero del 2007	Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo

Chemex por geoquímica de multielementos (ICP), la cual incluye Cu, Au, Ag y otros elementos base. Se colectaron también siete muestras para realizar estudios de secciones delgadas de las principales unidades litológicas y de alteración del sistema.

- c) Fase de Gabinete. Elaboración de planos, gráficos, correlaciones geoquímicas y redacción de la tesis, utilizando la base de datos de Teck Cominco Perú y la información tomada en campo (geología, alteración, mineralización y estructuras).

CAPÍTULO II

ASPECTOS FISIOGRAFICOS

2.1 Geomorfología.

2.1.1 Valles

El área presenta valles poco profundos, regularmente amplios y en la mayoría de los casos orientados perpendicularmente a las estribaciones andinas. Estos valles también presentan algunos desarrollos con orientaciones N-S.

2.1.2 Estribaciones de la Cordillera Occidental

Regionalmente, es una unidad geográfica limitada por la Plataforma Costanera y propiamente por la Cordillera Occidental. Son cordilleras que alcanzan altitudes variables de 2500 a 5500 m.s.n.m. Esta unidad presenta una morfología abrupta, con fuertes pendientes en su flanco, que a su vez es disectada por valles, algunos encañonados y profundos, pudiendo alcanzar de 2000 a 3000 m. Las rocas predominantes son volcánicas cenozoicas y hacia el fondo de los valles, la secuencia sedimentaria corresponde en edad desde el Jurásico.

2.1.3 Estribaciones Andinas.

El relieve en esta región es abrupto, profundamente disectado por numerosas quebradas de paredes bastante empinadas, con crestas agudas, salvo las más altas, ubicadas entre las quebradas principales, que tienen una culminación mas suave, debido a la menor resistencia de las rocas que afloran en sus cumbres. Las quebradas que disectan los contrafuertes andinos, son profundas, angostas, de paredes escarpadas, con una típica sección en “V”, y en mucho sectores, presentan un marcado alineamiento, que induce a pensar, que la formación de estas quebradas estuvo controlada por fracturas y fallas. El río Grande tiene un alineamiento notable con orientación N-NE.

2.2 Drenaje y Topografía.

Las quebradas que cruzan el área de estudio son secas casi todo el año excepto en los meses de verano (Diciembre a Marzo), las pendientes son moderadas, con elevaciones que oscilan entre los 1,300 y los 2,000 m.s.n.m. En las inmediaciones del área de estudio discurre agua superficial continua y voluminosa sólo en los meses de verano, en el resto del año se convierte en un pequeño riachuelo que abastece a la agricultura local del valle.

En la cuenca del río Grande, el agua subterránea se explota a gran escala con fines agrícolas y domésticos. En la época de estiaje, para aumentar el aporte acuífero a las zonas de cultivo, se realizan derivaciones de las lagunas cercanas a las nacientes del río. El acuífero del río Grande está formado por potentes depósitos aluvionales del Cuaternario, descansando sobre el basamento compuesto por rocas sedimentarias e intrusivas del Mesozoico. El espesor máximo estimado del acuífero a nivel de la zona de estudio es de 500 m (G. Breña, 1997).

2.3 Clima y Vegetación.

El clima predominante en el área es seco. Durante los meses de Diciembre a Marzo, lluvias de intensidad moderada precipitan en el área, sin embargo, hay poca presencia de agua la mayor parte del año por lo que la vegetación es escasa, teniendo sólo cactus, molles y huanarpos. En el valle, cerca al río Grande, existen algunos canales artesanales que proveen agua a tierras de cultivo muy productivas, teniendo entre los principales productos, papa, maíz y arroz.

2.4 Comunidades.

El centro poblado más cercano es Oritohuasi, ubicado a 2 km al norte, y a sólo 15 minutos de la ubicación del prospecto, pertenece al distrito de Huac-Huas, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho. La comunidad de Oritohuasi y el resto de comunidades circundantes se dedican a trabajos de cultivo a orillas del río Grande. En

la parte baja del área de estudio, en la proximidad del río se encuentran sólo algunas viviendas de comuneros dedicados a la agricultura.

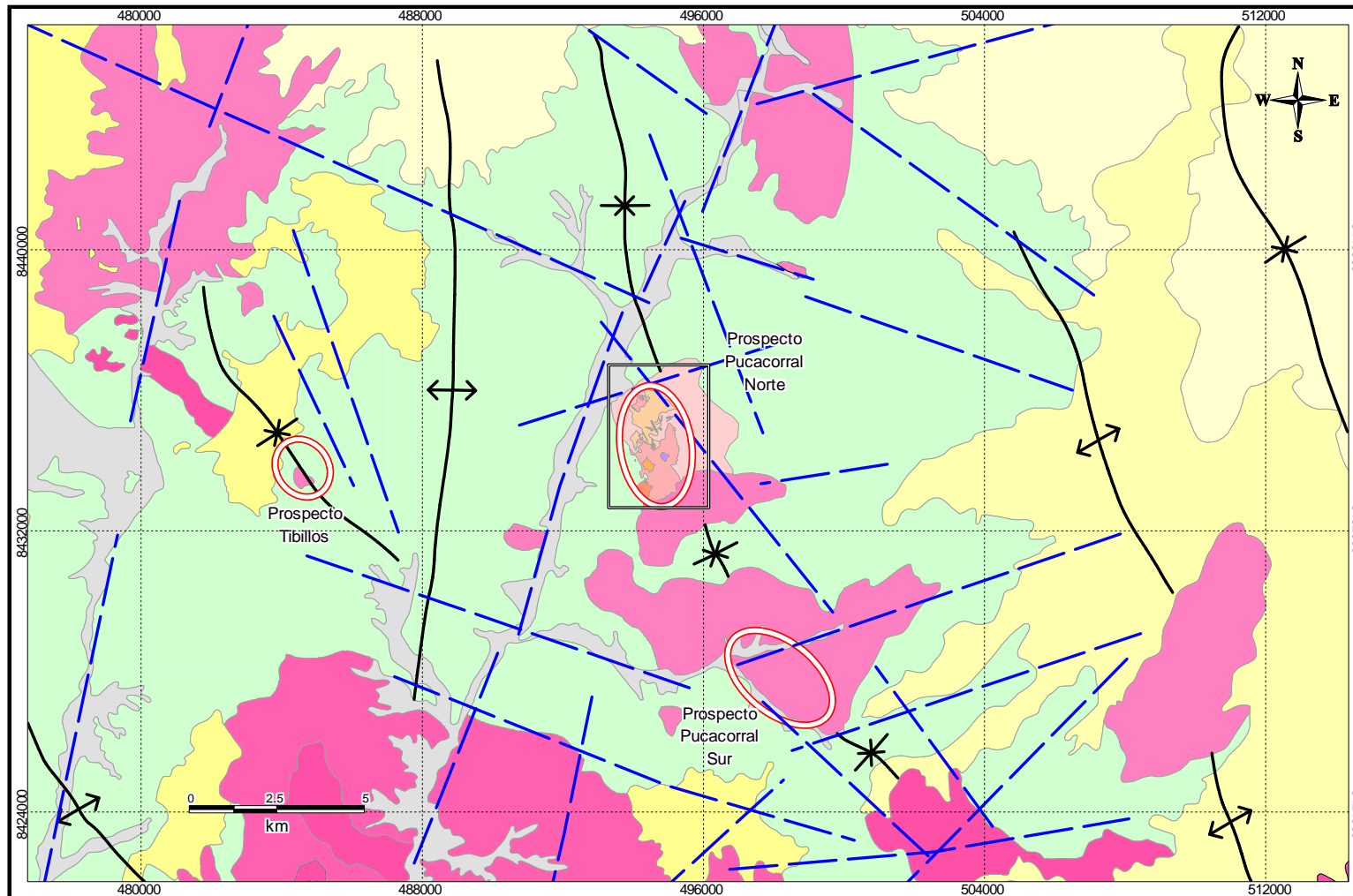
CAPÍTULO III

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

En el área, las rocas más antiguas son las secuencias plegadas del Grupo Yura del Jurásico superior – Cretáceo inferior constituidas en la base por una secuencia pelítica con niveles de areniscas de grano fino en capas delgadas, mientras que en los niveles superiores se encuentra una secuencia de areniscas cuarzosas y cuarcitas intercaladas con limolitas. Cortando a las secuencias del Grupo Yura se encuentra un cuerpo complejo intrusivo-volcánico de ambiente hipabisal de edad Cretácea, compuesto por diques y stocks porfiríticos, los cuáles conforman el sistema porfirítico Pucacorrall Norte (Fig. 3).

A fines del Cretáceo superior se produjo lo que se denomina la primera fase orogénica descrita por Steinmann como Plegamiento Peruano, que consiste de bloques fallados a manera de horst y graben que afectan a secuencias mesozoicas, emergiendo, plegando y fallando considerablemente a los sedimentos del Grupo Yura. Aprovechando esta fase tectónica, empezó el emplazamiento de gran parte del Batolito de la Costa que según dataciones radiométricas va desde 107 a 52 M.a. (J. Cobbing, 1977). En la región, las rocas plutónicas que afloran, pertenecen a la Superunidad Incahuasi del segmento Arequipa del Batolito de la Costa, e intruyen a rocas mesozoicas a manera de stocks o complejos intrusivos que según dataciones radiométricas van desde 107 a 80.5 M.a. Estas rocas plutónicas son por lo general granodioritas, tonalitas, monzonitas, dioritas cuarcíferas, y dioritas.

Luego del emplazamiento del Batolito de la Costa, en el Paleoceno, se inició un periodo de levantamiento y erosión interrumpido ocasionalmente por periodos de fallamiento normal que hicieron descender la zona occidental de la Cordillera de los Andes, dando lugar, a partir del Oligoceno, a la depositación de secuencias volcánicas del Grupo Castrovirreyna constituida de la base al techo por derrames basálticos, arcosas rojas, aglomerados andesíticos y tobas dacíticas (H. Salazar -inédito-; 1995).



LEYENDA

GEOLOGÍA

- Cuaternario
- Grupo Nazca
- Formación Pocoto
- Grupo Castruvirreyrna
- Superunidad Tiabaya (Batolito de la Costa)
- Superunidad Incahuasi (Batolito de la Costa)
- Grupo Yura

SIMBOLOGÍA

- Lineamientos
- Eje de Anticlinal
- + Eje de Sinclinal
- Área de Estudio
- Borde de Sistema de Pórfido



Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Pucacorrall Norte

teckcominco



ESCALA: 1 : 200,000

PROYECTO: Prospector Pucacorrall Norte

FIGURA Nº 3

FECHA: 8 de Enero del 2007

GEOLOGÍA REGIONAL

DIBUJADO POR: Arturo Moretti Jiménez GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez

Tesis para optar el Título de Ingeriero Geólogo

En el Mioceno, continuó la depositación de rocas volcánicas de la Formación Pocoto (equivalente al Grupo Nazca), constituidas por horizontes tobáceos, sin deformación tectónica, que se encuentran cubriendo las cadenas altas de las estribaciones andinas. Ambas secuencias volcánicas se encuentran suprayaciendo discordantemente y en forma subhorizontal a los sedimentos cretácicos del Grupo Yura y al Batolito de la Costa, sobre una superficie de erosión más o menos plana, inclinada hacia el suroeste y con una pendiente de 2.4%.

Posteriormente a estos procesos, la erosión modeló la topografía, y como resultado, empezó la depositación de diferentes materiales de origen aluvial y coluvial. Estos depósitos son cuaternarios y este proceso perdura actualmente, dando forma al relieve hasta adquirir su aspecto actual.

CAPÍTULO IV

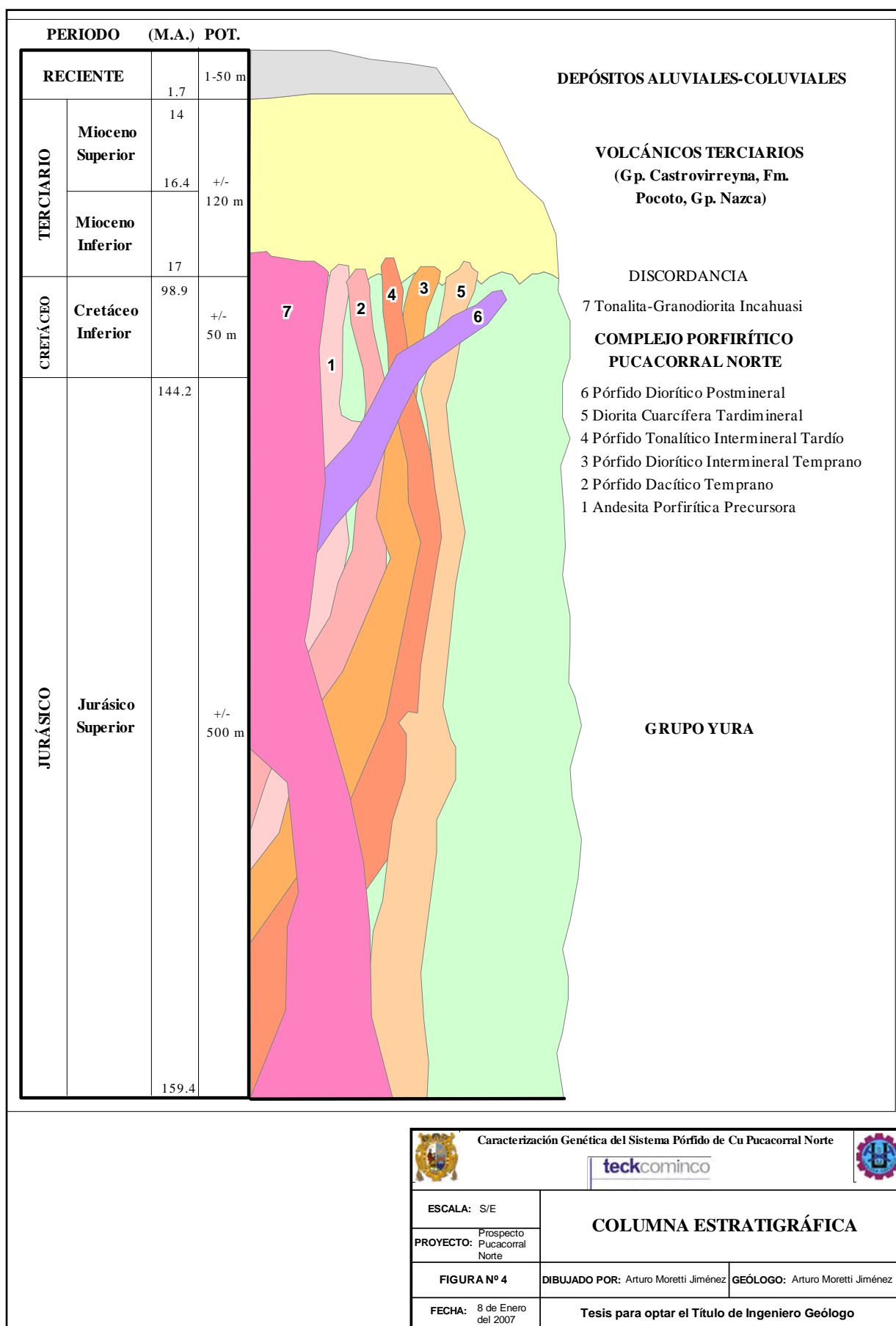
GEOLOGÍA LOCAL




4.1 Estratigrafía.

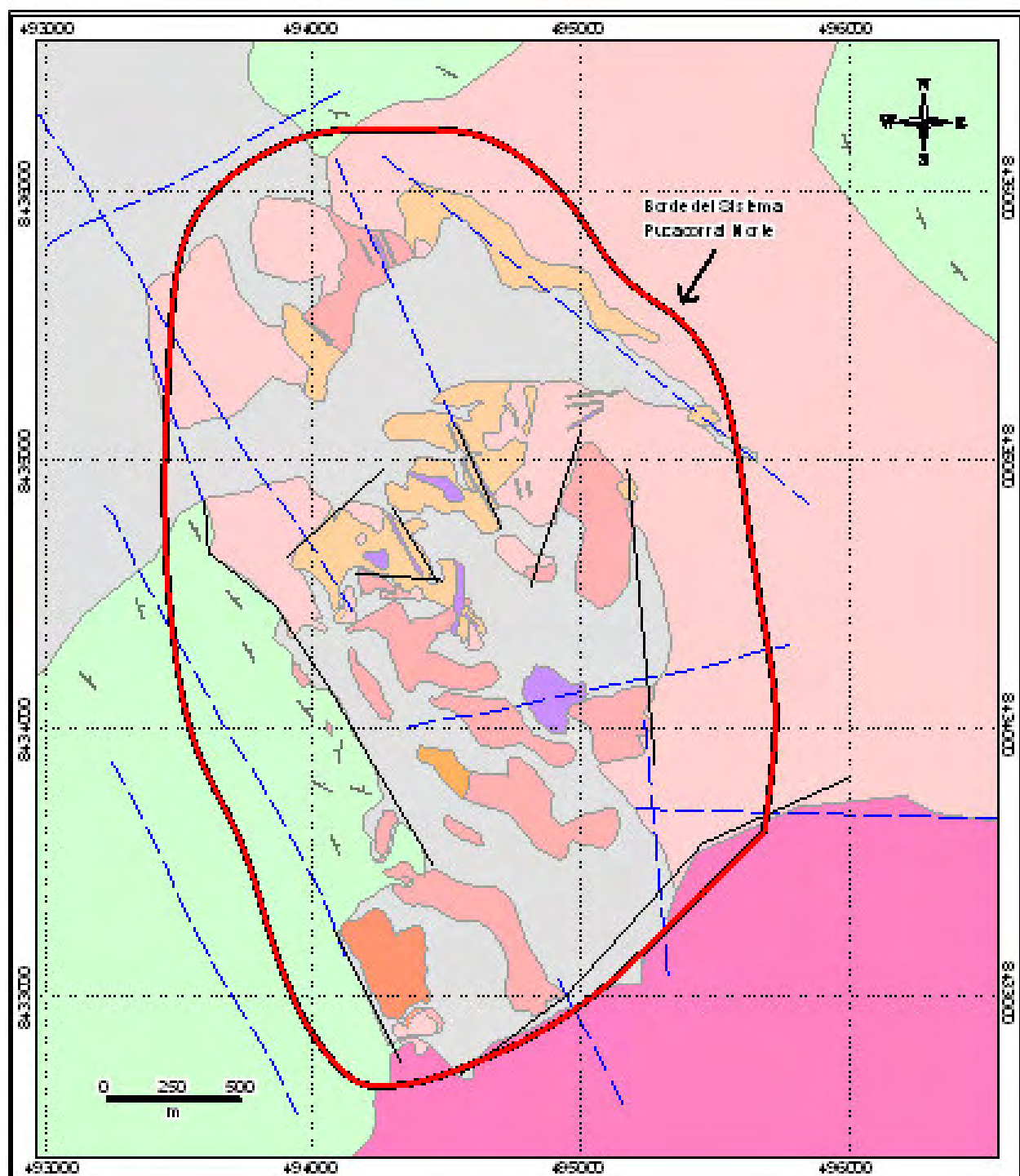
En el área de investigación se encuentran rocas sedimentarias del Grupo Yura y rocas volcánicas e intrusivas pertenecientes al complejo Pucacorrall Norte y al Batolito de la Costa, cuyas edades van desde el Jurásico superior hasta el Cuaternario Reciente (Fig. 4 y 5).

4.1.1 Grupo Yura. (Jurásico superior – Cretáceo inferior).

En el área de estudio, el Grupo Yura aflora en la zona suroeste y consiste de una secuencia de cuarcitas blanquecinas de grano fino a medio con tonalidades ligeramente rosáceas por la oxidación de minerales de hierro. Dicha secuencia se encuentra en bancos delgados a medianos, intercalados con algunos horizontes delgados de limolitas y areniscas cuarzosas de grano fino de color blanco y rojo oscuro. No se observa el tope y la base de la sección, ya que aflora a manera de bloques limitados por fallas. Se calcula un espesor de la unidad de 1,000 m. Al oeste del sistema, los estratos presentan azimuth de N 325° con buzamiento de 28° al noreste, en promedio. Mientras que al este, el azimuth de los estratos es de N 150° con buzamiento de 20° al suroeste, en promedio (Foto 1). Esta orientación de los estratos forma un sinclinal.



<div>  <div> Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Pucacorrall Norte <div>   </div> </div> </div>	
<div> <div>ESCALA: S/E</div> <div>PROYECTO: Prospecto Pucacorrall Norte</div> </div>	<div>COLUMNA ESTRATIGRÁFICA</div>
<div>FIGURA Nº 4</div>	<div> <div>DIBUJADO POR: Arturo Moretti Jiménez</div> <div>GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez</div> </div>
<div>FECHA: 8 de Enero del 2007</div>	<div>Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo</div>



LEYENDA

- Gravas, conglomerados (Clase un Cuarcítica)
- Gravelitas, tonales (Basilito de la Costa)
- Perfil Gneiss Rosadineal
- Gneiss Cuarcítico Tardío
- Perfil Tonaleo Intermedio Tardío
- Perfil Gneiss Intermedio Temprano
- Perfil Gneiss Temprano
- Andesita Porfídica Preservada
- Cuarcitas intercaladas con limolitas (Grupo Yuro)
- Falla
- Lineamientos
- Alineamiento



Caracterización Geológica del Sistema Pucallpa Norte

teckcominco



ESCALA: 1 : 25 000

PROYECTO: Investigación Geológica Pucallpa Norte

GEOLOGIA LOCAL

FIGURA Nº 2

ELABORADO POR: Asunción Mendiola Jarama GEOLOGO: Asunción Mendiola Jarama

FECHA: 8 de Enero del 2007

Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo



Foto 1. Intercalación de cuarcitas y limolitas del Grupo Yura con azimuth de N 315° y buzamiento de 25° al NE (al oeste del sistema Pucacorrall Norte).

Las secuencias sedimentarias del Grupo Yura se encuentran en contacto fallado con granodioritas y tonalitas de la Superunidad Incahuasi del Batolito de la Costa y están intruidas por el complejo porfirítico Pucacorrall Norte.

Al Grupo Yura aflorante del área de estudio se le asigna la edad Neocomiana-Aptiano inferior, en base a los fósiles *Trigonia* sp. cf. *t. forti* LISSON y *Weichsellia* peruviana ZEILLER, pertenecientes al Neocomiano, que fueron encontrados en el sector norte del cuadrángulo de Ica (Fernández Dávila, M., 1993).

El Grupo Yura, cerca al contacto con el Pórfido Dacítico Temprano, muestra un intenso fracturamiento, hornfelización y moderada alteración sericítica. También presenta una moderada a fuerte disseminación de pirita y algunas vetillas de jarosita y goethita (Foto 2 y 3).

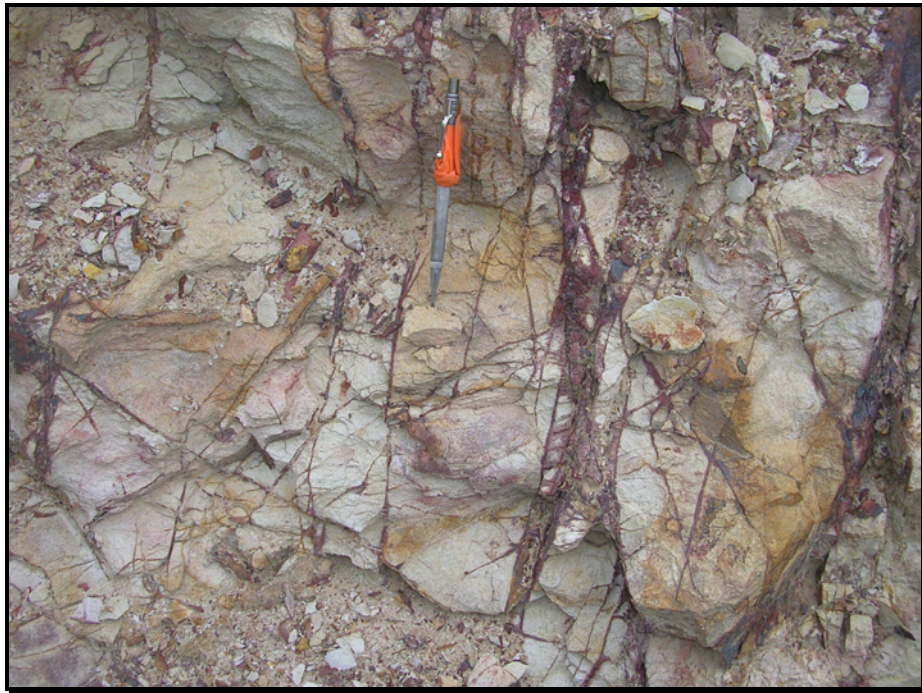


Foto 2. Limolitas con vetillas de goethita y jarosita. Zona oeste, cerca al contacto con el Pórfido Dacítico Temprano, mostrando intenso fracturamiento.



Foto 3. Cuarcitas con pirita diseminada, jarosita y vetillas de goethita, presentando débil a moderada alteración sericítica.

4.1.2 Cobertura Cuaternaria (Cuaternario Reciente).

En el área de estudio se encuentran depósitos aluviales que consisten de conglomerados gruesos intercalados con arena, limo y arcilla, están bien expuestos en los cortes de las quebradas que cruzan el área y al pie de las terrazas aluviales (Foto 4).

También se encuentran depósitos coluviales de fragmentos heterogéneos y de diferentes composiciones, transportados y acumulados por acción de la gravedad en los taludes de los cerros circundantes al área. Este material de escombros de gravas y bloques sub-angulosos incluyen como matriz material limo-arenoso y grava fina en las laderas de los valles (Foto 5).

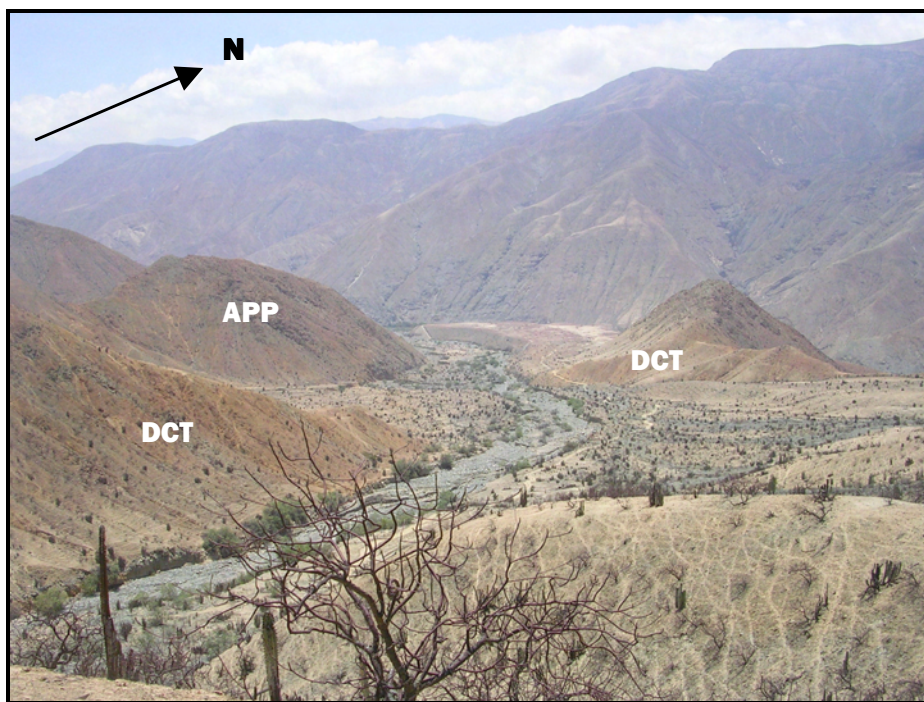


Foto 4. Cobertura Cuaternaria aluvial. Quebrada norte, cruzando a la Andesita Porfirítica Precursora (APP) y a la Diorita Cuarcífera Tardimineral (DCT).



Foto 5. Cobertura Cuaternaria aluvial y coluvial. Quebrada norte que cruza a la Diorita Cuarcífera Tardimineral (DCT).

4.2 Rocas Ígneas.

4.2.1 Complejo Porfirítico Pucacorrall Norte.

El Complejo Porfirítico Pucacorrall Norte está compuesto por diversas pulsaciones ígneas, desde rocas sub-volcánicas hipabisales hasta plutónicas de composición intermedia a ácida. Dichas pulsaciones se evidencian en un área aproximada de 3 x 2.8 km, intruyen a las secuencias sedimentarias del Grupo Yura y están asociados a la mineralización. Este complejo consta de los siguientes pulsos: Andesita Porfirítica Precursora, Pórfido Dacítico Temprano, Pórfido Diorítico Intermineral Temprano, Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío, Diorita Cuarcífera Intermineral y el Pórfido Diorítico Postmineral

La terminología aplicada para los intrusivos que afloran en el prospecto, ha sido asignada según la clasificación de las Etapas de Intrusión Relacionada a Pórfidos de Cu-Mo (R. H. Sillitoe, 1987; F. Rivera, 2007) y se detalla a continuación:

- **Intrusivo Precursor.**

Plutón generalmente equigranular, comúnmente actúa como la roca caja del sistema. No trae consigo mineralización, si se le observa es por inyección del pórfido temprano. En el pórfido Puquio el intrusivo precursor es la Diorita equigranular.

- **Pórfido Temprano.**

Es el intrusivo portador de la principal mineralización. Presenta fuerte alteración, principalmente potásica y comúnmente exhibe alta ley (~ 0.8 % Cu). Ejemplo: Latita porfirítica de Cuajone, Monzonita porfirítica en Quellaveco.

- **Pórfido Intermineral.**

Exhibe moderada alteración y mineralización. Comúnmente presenta leyes de ~ 0.3% Cu en el sistema. Ejemplo: Pórfido Dacita de Cañariaco, Pórfido Latita estéril en Cuajone.

- **Pórfido Tardímineral.**

Presenta débil a moderada alteración y mineralización, asociado normalmente a alteración propilítica y raramente potásica, genera ~ 0.1 % Cu en el sistema. Ejemplo: Latita porfirítica-tercer pulso de Cuajone, Pórfido diorita de biotita-cuarzo en Cañariaco.

- **Intrusivo Postmineral.**

Se trata de la última manifestación intrusiva en el sistema, el cual consiste de pequeños cuerpos y diques con alteración propilítica, conteniendo porcentajes menores de pirita. Este intrusivo corta a todas las unidades ígneas descritas anteriormente. Ejemplo: Microgranitos (Cerro Verde).

4.2.1.a Andesita Porfirítica Precursora.

La Andesita Porfirítica es considerado el intrusivo precursor del sistema, constituye la roca de caja principal del pórfido mineralizador del sistema y abarca la mayor extensión en el prospecto Pucacorrall Norte, siendo ésta de 2.5 x 3.5 km.

Se encuentra intruyendo a los sedimentos del Grupo Yura (Foto 6). A su vez, en el sector sur, es intruido por un apófisis tonalítico-granodiorítico perteneciente al Batolito de la Costa.

La Andesita Porfírica Precursora es una roca masiva e hipabisal de color gris verdoso por su intensa alteración propilítica (Foto 7 y 8). Es de textura porfírica en la matriz microcristalina, la cual, observada en sección delgada, está constituida por plagioclasa, como mineral esencial, que ocurre como fenocristales y en parte de la matriz microcristalina, tiene formas variables euhedrales a anhedrales y con tamaños hasta de 3,625 mm. Como mineral accesorio está la hornblenda que tiene formas variables de subhedrales a anhedrales y con tamaños hasta de 2,25 mm, este mineral ocurre como fenocristales y como parte de la matriz microcristalina. Los minerales de alteración hidrotermal se hallan constituidos por actinolita-tremolita, epidota, clorita y sericita. Los minerales opacos (magnetita) están diseminados después de haber reemplazado a algunas cloritas y epidotas (Foto 9, 10 y 11).

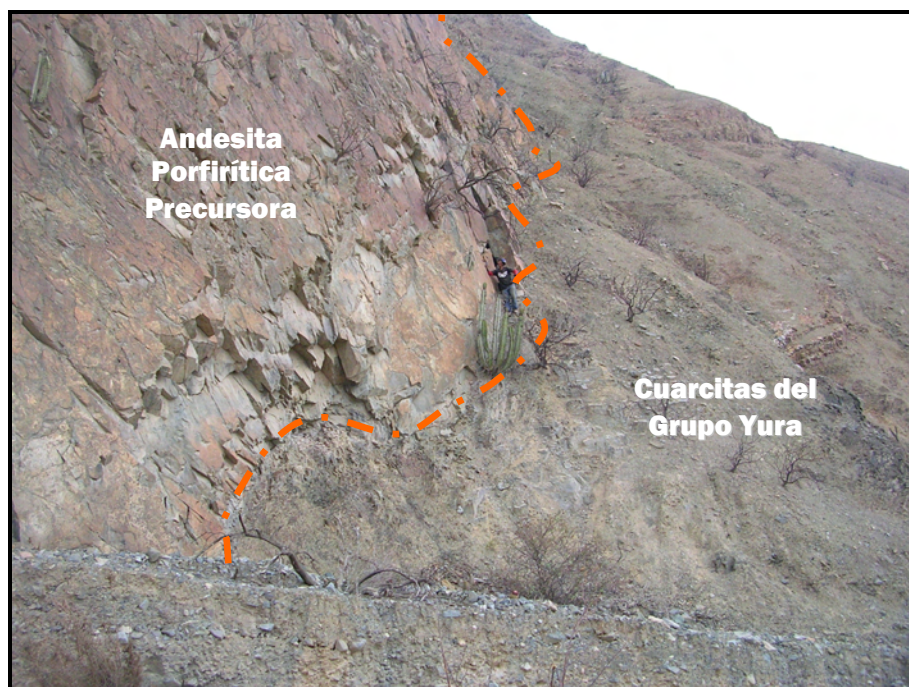


Foto 6. Contacto entre la Andesita Porfírica Precursora y el Grupo Yura.



Foto 7. Andesita Porfírica Precursora masiva, con epídota en fracturas.



Foto 8. Muestra de mano de la Andesita Porfírica Precursora mostrando los cristales de plagioclasa (plg) y vetillas de epídota (ep).

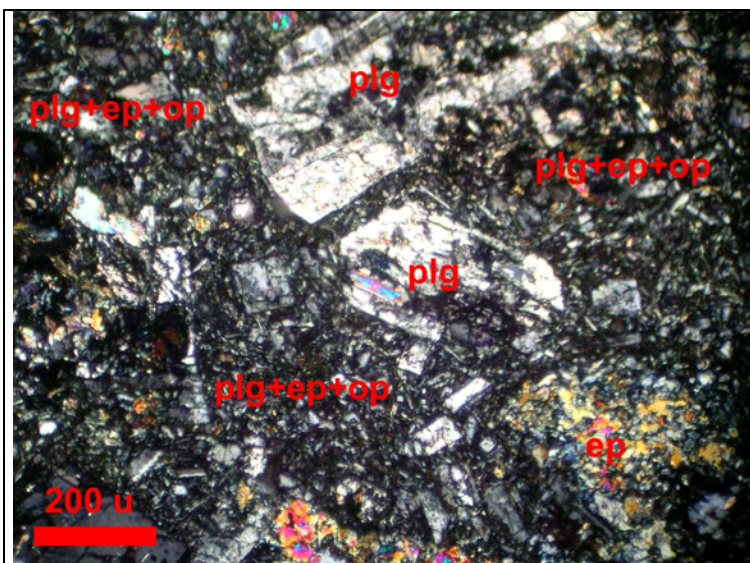


Foto 9. Andesita Porfírica Precursora. Vista en sección delgada. Fenocristales de plagioclase (plg), algunos de ellos alterados a epidotas (ep), están rodeados por la matriz microcristalina constituida por el agregado de plagioclase (plg), epidotas (ep) y minerales opacos (op). 40X.

Foto 10. Andesita Porfírica Precursora. Vista en sección delgada. Fenocristales de plagioclase (plg) fuertemente microfracturados están englobados por la matriz microcristalina integrada por el agregado de plagioclase (plg), epidota (ep) y minerales opacos (op). 40X.

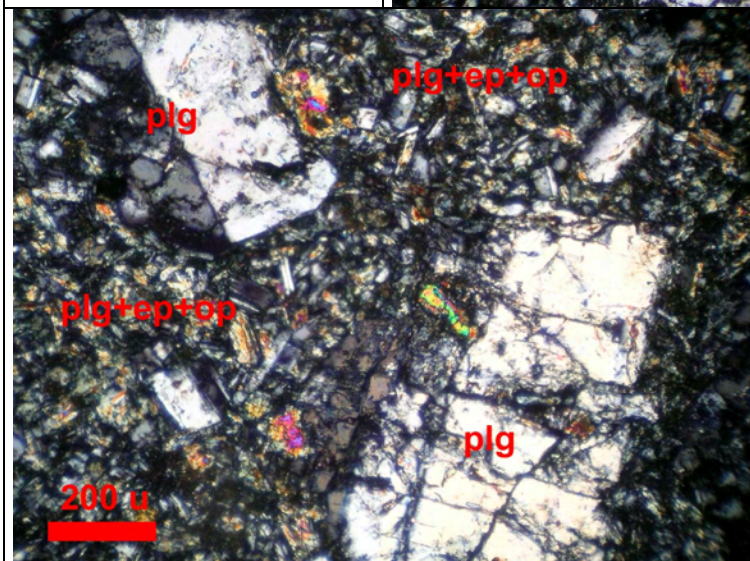
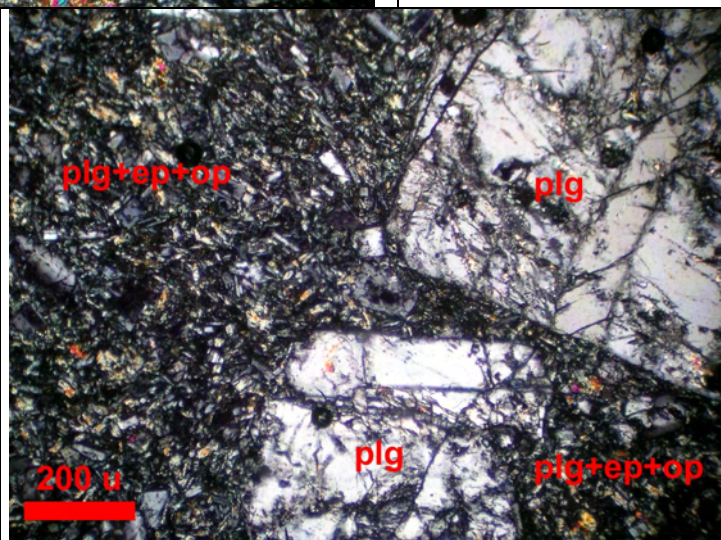


Foto 11. Andesita Porfírica Precursora. Vista en sección delgada. Fenocristales de plagioclase (plg) fuertemente microfracturados están rodeados por la matriz microcristalina, la cual está constituida por el agregado de plagioclase (plg) epidota (ep) y minerales opacos (op). 40X.

4.2.1.b Pórfido Dacítico Temprano.

El Pórfido Temprano es el intrusivo portador de la mayor parte de la mineralización y presenta alteración cuarzo-sericita muy intensa y pervasiva (Foto 12 y 13). Se extiende en la parte central sur del sistema, aproximadamente sobre un área de 1 x 1.8 km. Está asociado a una zona de lixiviación de intensidad moderada a fuerte, compuesta de hematita, goethita y jarosita a modo de stockwork y disseminaciones. Dicha lixiviación es más intensa hacia la parte sur del sistema, gradualmente se hace más débil hacia la parte oeste y norte. En general, el vetilleo es poco denso y escaso, a excepción de algunos sectores con moderada cantidad de vetillas de cuarzo-jarosita y presencia de turmalina en rosetas y vetillas. También se ha observado cantidades reducidas de minerales de cobre en superficie, presentes a manera de discretas manchas de óxidos verdes tiñendo pequeños afloramientos y a lo largo de algunas vetas de cuarzo-especularita-turmalina (Foto 14, 15, 16 y 17).

El Pórfido Dacítico Temprano está muy alterado, pero en relictos de la textura original presenta textura porfirítica en matriz microgranoblástica, constituida por plagioclasa y cuarzo como minerales esenciales. Observada en sección delgada, la plagioclasa ocurre como pseudofenocristales, los cuales están totalmente alterados, habiéndose quedado solamente como moldes de esos fenocristales, y en la matriz están como agregados microcristalinos reemplazados por el cuarzo. El otro mineral esencial es el cuarzo, el cual está como remanentes esqueléticos de los fenocristales después de haber sido corroídos y asimilados por la matriz en el proceso de alteración.

La alteración cuarzo-sericita es intensa y está sobreimpuesta por la argilización moderada. Los minerales de alteración hidrotermal están constituidos por la sericita, la esmectita y el cuarzo. Los minerales de alteración supérgena están constituidos por la caolinita, arcillas y jarosita. Los minerales opacos (pirita) están disseminados en la matriz, algunos de ellos están asociados a la jarosita. Macroscópicamente se observa brechamiento de tipo hidrotermal (Foto 18, 19 y 20).



Foto 12. Vista del Pórfido Dacítico Temprano fuertemente lixiviado y con intensa alteración fílica.

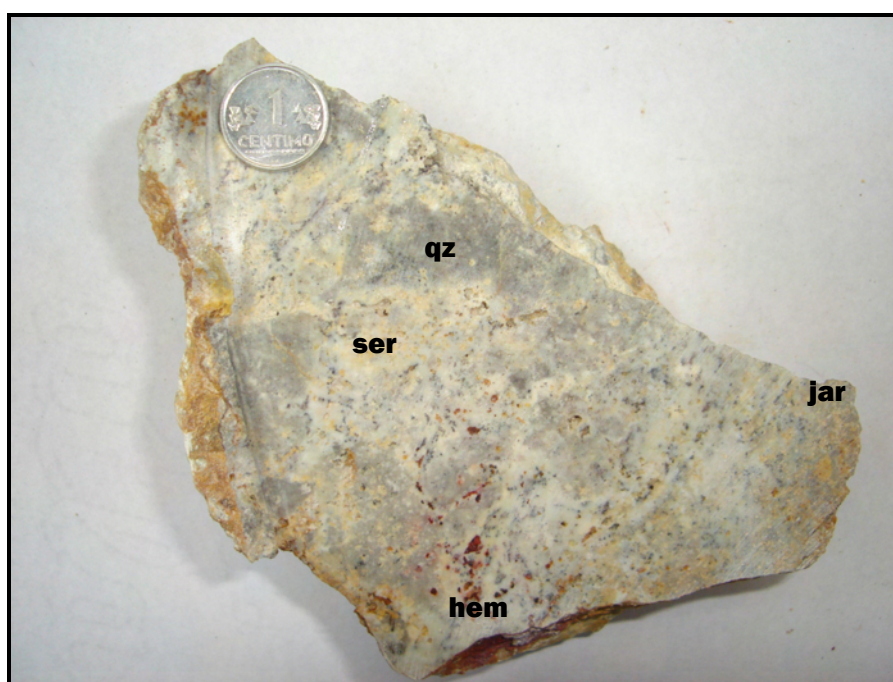


Foto 13. Muestra de mano del Pórfido Dacítico Temprano mostrando intensa alteración fílica (cuarzo-sericita) con hematita y jarosita relleno de oquedades.



Foto 14. Pórfido Dacítico Temprano con intensa alteración fílica.

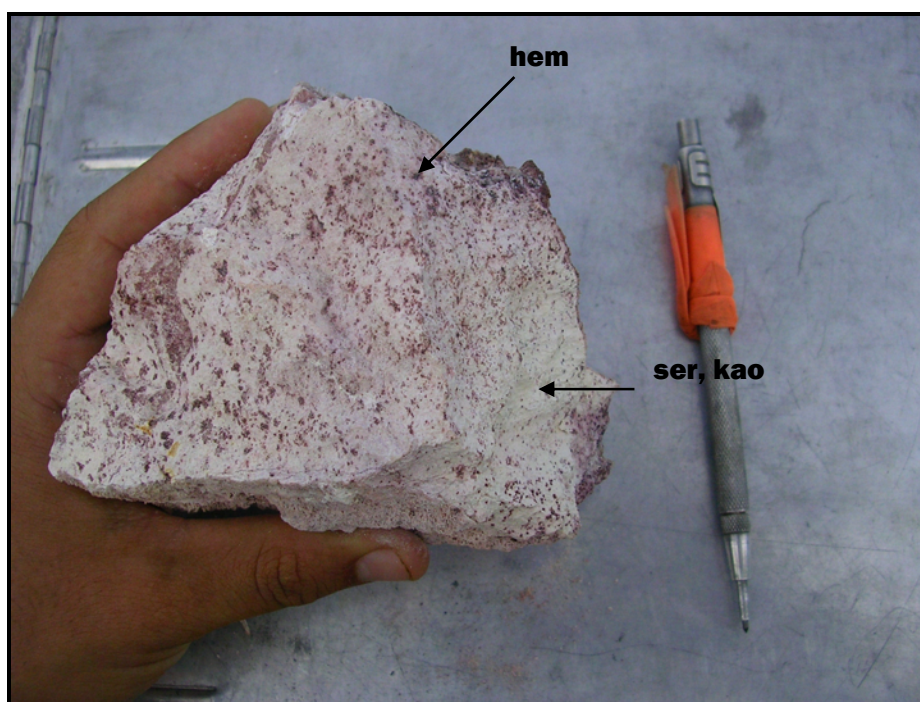


Foto 15. Muestra de mano del Pórfido Dacítico Temprano con intensa alteración fílica (sericita, caolinita) y boxworks de pirita rellenos de hematita.



Foto 16. Stockwork con vetillas rellenas de goethita y jarosita en el Pórfido Dacítico Temprano con fuerte alteración fílica.

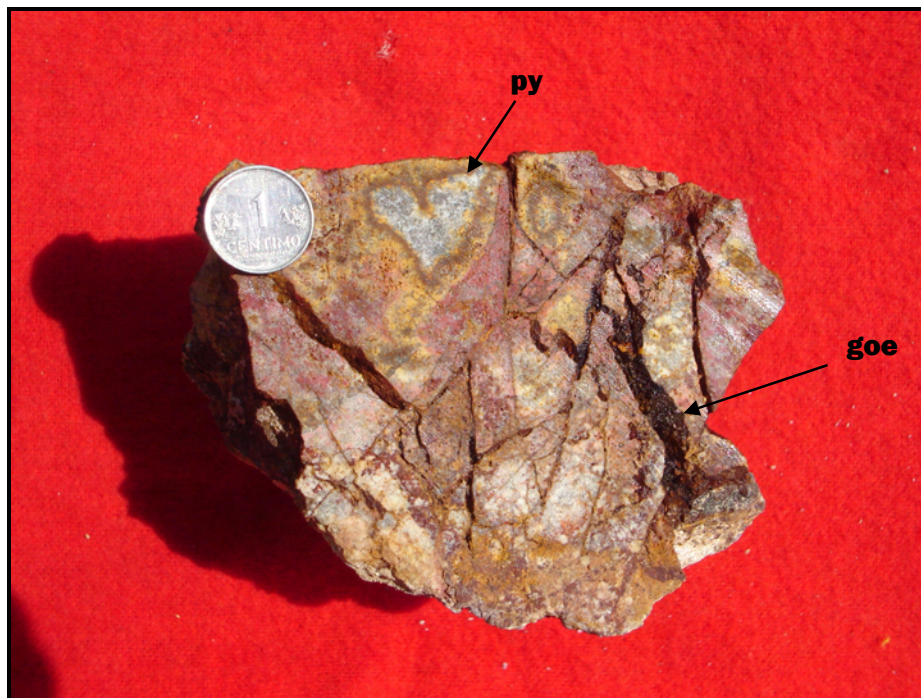
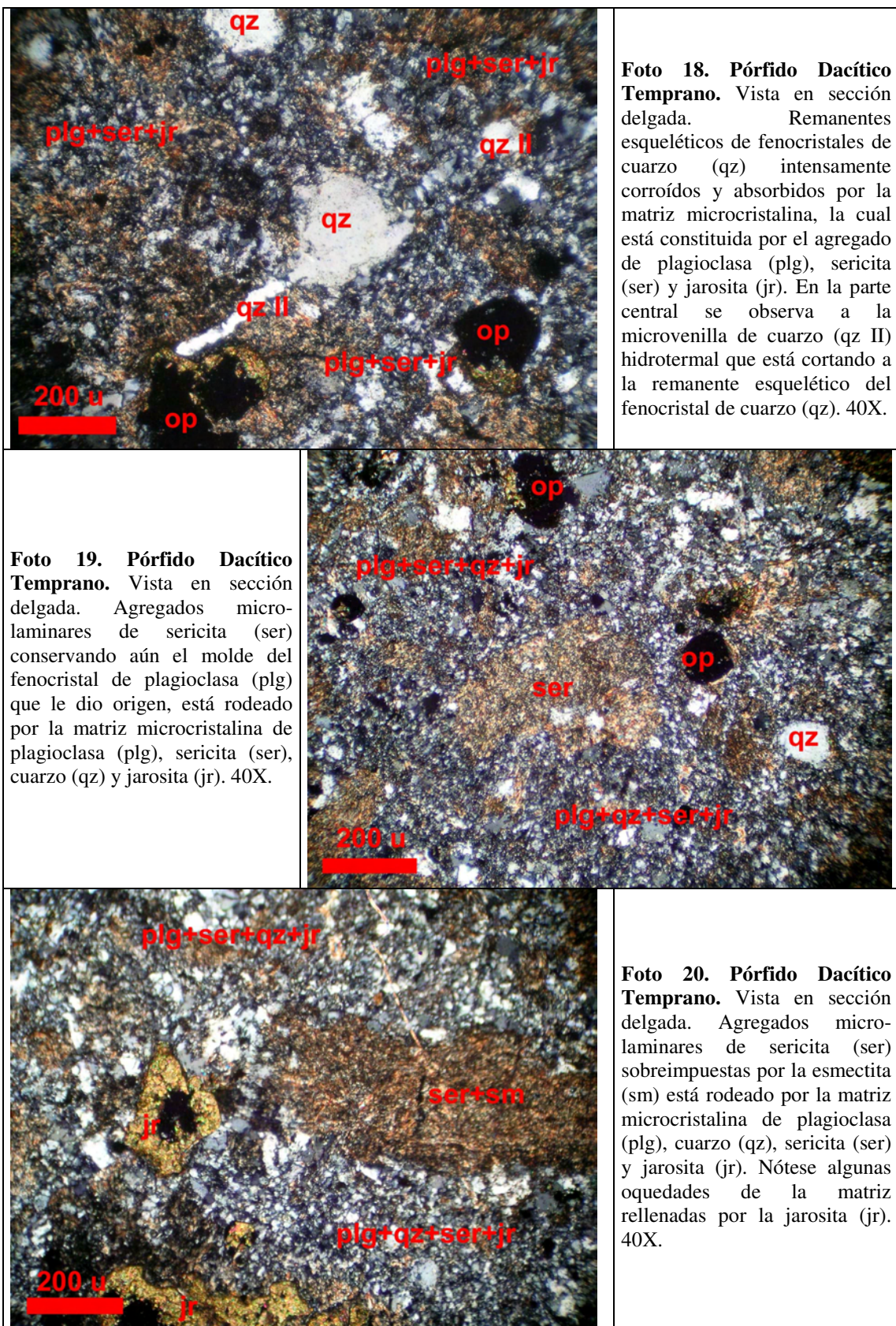


Foto 17. Muestra de mano del Pórfido Dacítico Temprano con moderada alteración fílica y stockwork con vetillas rellenas de goethita y jarosita.



4.2.1.c Pórfido Diorítico Intermineral Temprano.

Esta unidad es considerada como Intermineral Temprana ya que intruye a la unidad principal que es el Pórfido Dacítico Temprano y se encuentra en la parte central del sistema con una extensión de 480 x 250 m. Presenta como alteración principal biotita secundaria reemplazando a hornblendas (alteración potásica) y ésta a su vez es reemplazada por clorita y a la vez sobreimpuesta por alteración sericítica.

El Pórfido Diorítico Intermineral presenta stockworks con vetillas rellenas de jarosita y un moderado fracturamiento (Foto 21, 22 y 26).

Dicha unidad intrusiva es de textura porfirítica con grandes fenocristales de hornblenda en matriz microcristalina y contiene magnetita. Observada en sección delgada, se halla constituida por la plagioclasa como mineral esencial, la cual está como fenocristales y como parte de la matriz microcristalina, presenta formas variables de euhedrales a anhedrales y con tamaños hasta de 2,25 mm. Los minerales accesorios están integrados por la hornblenda y por el cuarzo. En cuanto a la hornblenda, se manifiesta como fenocristales y como parte de la matriz microcristalina y con tamaños hasta de 1,30 mm; en cuanto al cuarzo, este mineral se exhibe como fenocristales con bordes corroídos y asimilados por la matriz; tiene formas anhedrales y tamaños hasta de 1,50 mm.

Los minerales de alteración hidrotermal se hallan constituidos por la clorita, la actinolita-tremolita, el cuarzo, la biotita y la epidota. Los minerales opacos (magnetita) están diseminados, han ocupado las superficies de corrosión de las hornblendas y han reemplazado a las cloritas y a las biotitas (Foto 23, 24 y 25).

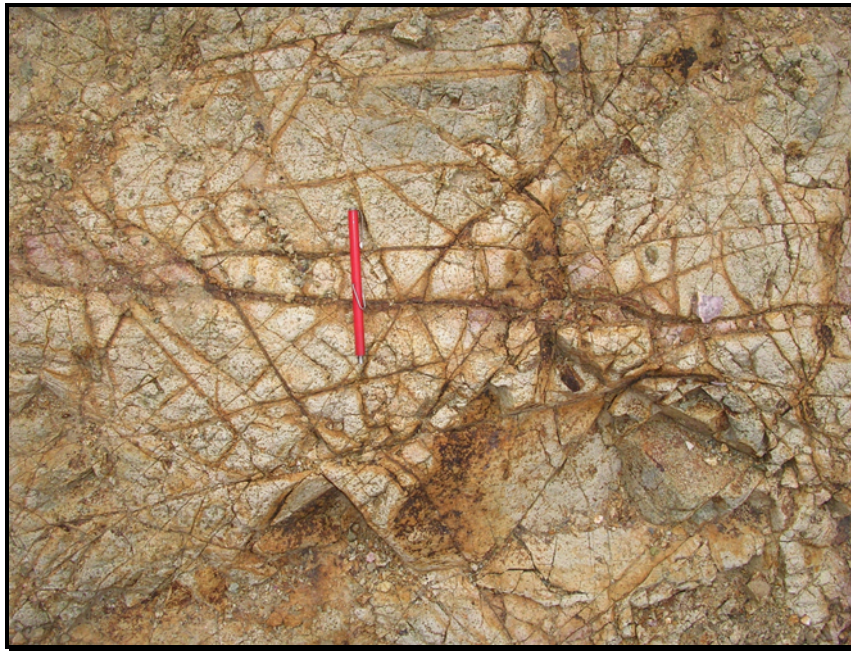


Foto 21. Stockwork con vetillas rellenas de jarosita en el Pórfido Diorítico Intermineral Temprano con biotita secundaria (alteración potásica) reemplazada por clorita.



Foto 22. Vetillas rellenas de jarosita en el Pórfido Diorítico Intermineral Temprano con biotita secundaria (alteración potásica) reemplazada por clorita y alteración fílica sobreimpuesta.

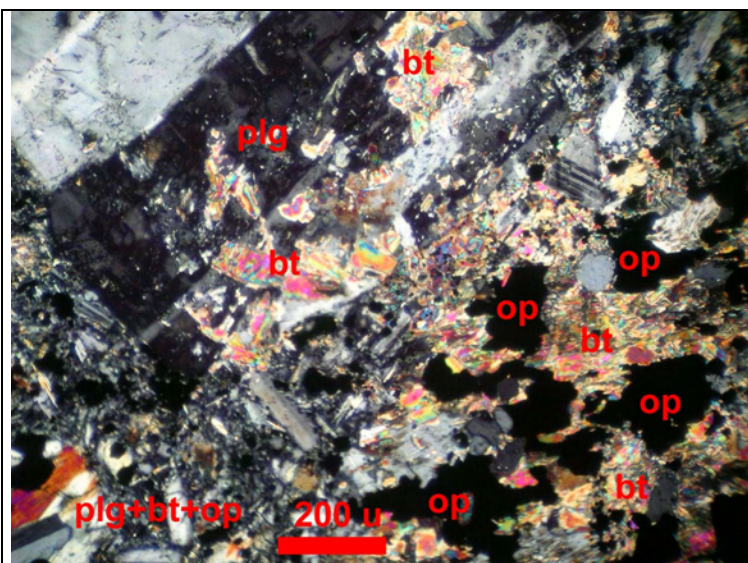


Foto 23. Pórfido Diorítico Intermineral Temprano. Vista en sección delgada. Fenocristal de plagioclasa (plg) parcialmente reemplazada por la biotita (bt) hidrotermal, la cual está como agregados microtabulares, que a su vez están reemplazadas por los minerales opacos (op). Todo el conjunto se halla rodeado por la matriz microcristalina de plagioclasa (plg). 40X.

Foto 24. Pórfido Diorítico Intermineral Temprano. Vista en sección delgada. Fenocristales de plagioclasa (plg) y de hornblenda (hb) están rodeados por la matriz microcristalina integrada por el agregado de plagioclasa (plg) y por los minerales opacos (op). 40X.

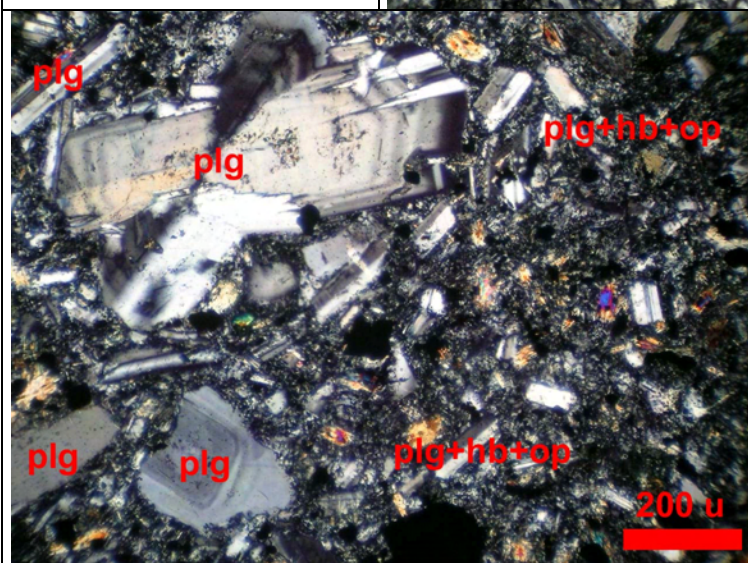
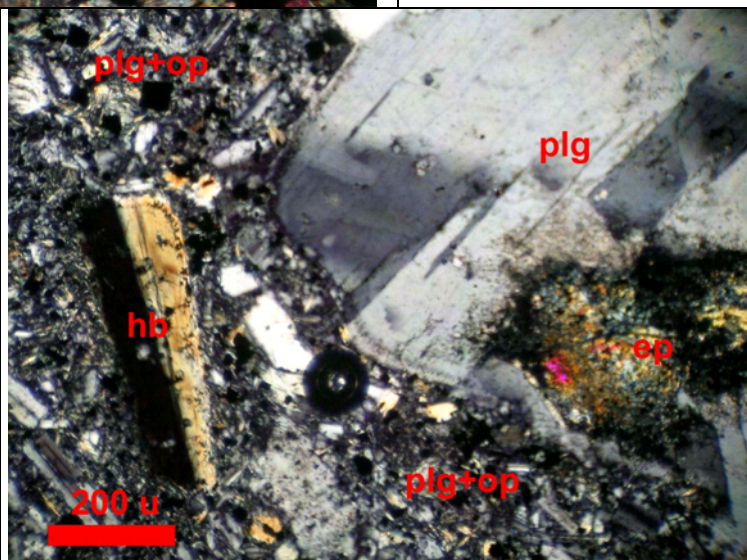


Foto 25. Pórfido Diorítico Intermineral Temprano. Vista en sección delgada. Fenocristales de plagioclasa (plg) mostrando zonación y maclas complejas, están englobados por la matriz microcristalina de plagioclasa (plg), hornblenda (hb) y de minerales opacos (op). 40X.



Figura 26. Muestra de mano del Pórfido Diorítico Intermineral Temprano con biotita secundaria (alteración potásica) reemplazada por clorita.

4.2.1.d Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío.

El Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío es el pulso de composición más félsico del sistema Pucacorrall Norte, está intruyendo a los sedimentos del Grupo Yura y al Pórfido Dacítico Temprano. Se ubica en la parte central sur del sistema y tiene una extensión de 540 x 300 m. Está afectado por una alteración potásica (biotita) de biotita secundaria reemplazada por clorita con una débil a moderada alteración fílica sobreimpuesta.

Dicho Pórfido Tonalítico presenta algunas vetillas tipo “B” de cuarzo-calcopirita, cuarzo-pirita y algunas sólo de cuarzo y vetillas tipo “D” de cuarzo con sutura de pirita y halo de sericita (Fotos 27 y 31). Cabe señalar que en algunas vetillas con calcopirita se encontró tenorita y trazas de molibdenita.

Esta tonalita de color grisáceo a blanquecino es de textura porfírica en matriz microgranular. Observada en sección delgada, está constituida por los siguientes

minerales esenciales: la plagioclasa y el cuarzo; la plagioclasa ocurre como fenocristales y como parte de la matriz microgranular, tiene formas variables de subhedrales a anhedrales y tamaños hasta de 5,50 mm; en cuanto al cuarzo, este mineral ocurre como fenocristales y como parte de la matriz microgranular, con formas anhedrales y con tamaños hasta de 2,125 mm, mayormente se halla como remanentes esqueléticos que están asimilados por la matriz. Como mineral accesorio se halla la esfena, la cual ocurre como agregados granulares y que están asociados a la clorita y a la epídota (Foto 28, 29 y 30).

Los minerales de alteración hidrotermal son el cuarzo, la clorita, la epídota y la sericita. Los minerales opacos (magnetita, pirita) se hallan diseminados, los cuales han reemplazado a la asociación de las cloritas y epídotas (Foto 31 y 32).



Foto 27. Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío con vetillas tipo B (vetillas de cuarzo y cuarzo-pirita-calcopirita), tipo D (vetillas de cuarzo con sutura de pirita y halo sericítico) y moderada a fuerte alteración fílica.

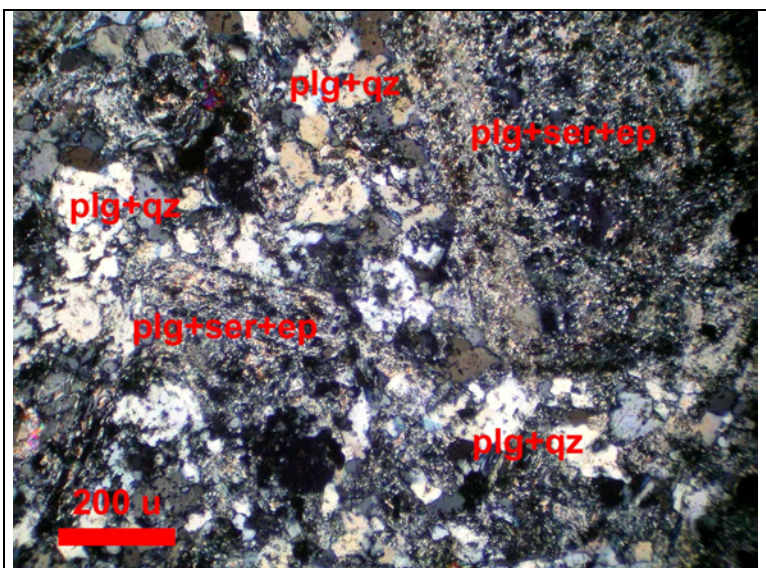
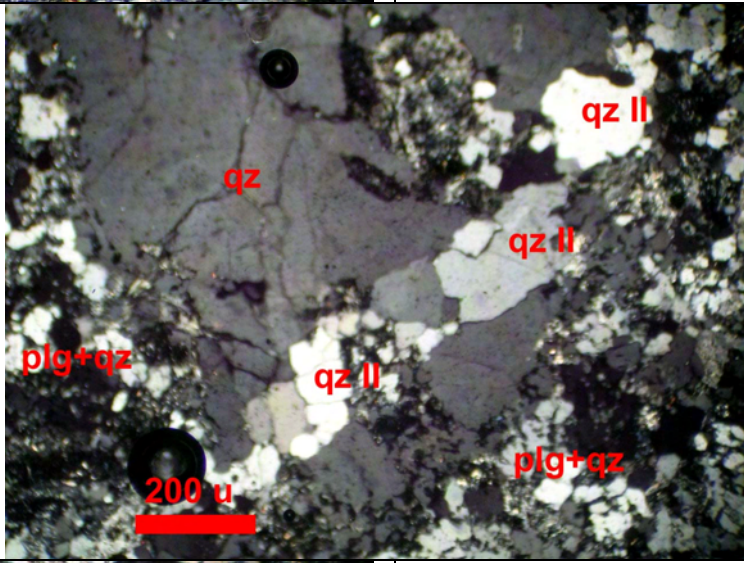
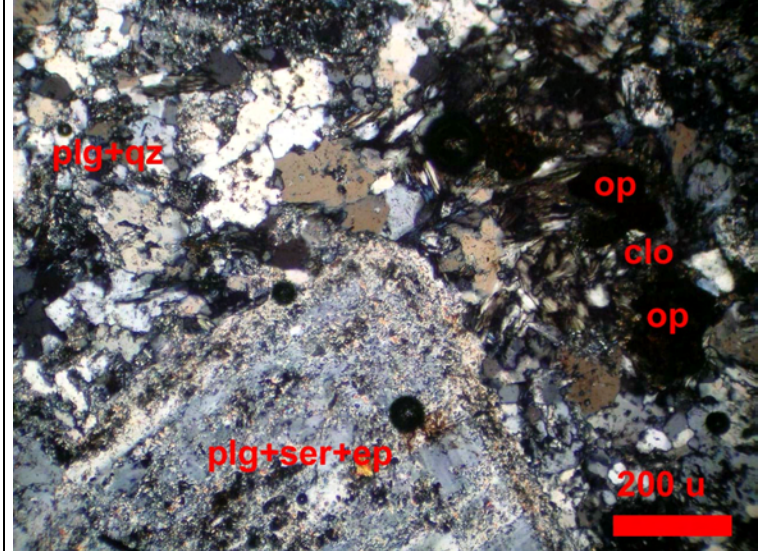
	<p>Foto 28. Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. Vista en sección delgada. Fenocristales de plagioclasa (plg) alterados a sericita (ser) y a epidota (ep), están rodeados por la matriz microgranular constituido por el agregado de plagioclasa y cuarzo (plg+qz). 40X.</p>
<p>Foto 29. Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. Vista en sección delgada. Fenocristal de cuarzo (qz) está atravesado por la microvenilla de cuarzo (qz II) hidrotermal, asimismo la matriz microgranular está constituida por el agregado de plagioclasa y cuarzo (plg+qz). 40X.</p>	
	<p>Foto 30. Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. Vista en sección delgada. Fenocristal de plagioclasa (plg) alterada a sericita (ser) y a epidota (ep), adyacente se observa la clorita (clo) tabular parcialmente reemplazada por el mineral opaco (op) está rodeado por la matriz microgranular de plagioclasa y cuarzo (plg+qz). 40X.</p>



Foto 31. Muestra de mano del Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío con vetillas tipo D (vetilla de cuarzo con sutura de piritita y halo de sericita) y con alteración fílica sobreimpuesta a la biotita secundaria (alteración potásica) reemplazada por clorita.



Foto 32. Muestra de mano del Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío con alteración fílica intensa.

4.2.1.e Diorita Cuarcifera Tardimineral.

La Diorita Cuarcifera Tardimineral aflora en la parte central norte del sistema a manera de stock con una extensión de 1.8 x 1 km, intruyendo al Pórfido Precursor y al Pórfido Temprano, pero a su vez, es intruido por los diques post minerales. Esta unidad está afectada por una alteración propilítica fuerte con una alteración argílica supérgena sobreimpuesta (Foto 33 y 34).

La Diorita Cuarcifera Tardimineral es de color gris claro a gris verdoso, con magnetita, de textura hipidiomórfica granular, que observada en sección delgada está constituida por plagioclasa y cuarzo como minerales esenciales, donde la plagioclasas presenta formas anhedrales y tamaños hasta de 3,75 mm, este mineral está como agregados tabulares fuertemente entrelazados; el cuarzo, es el otro mineral accesorio, se manifiesta como agregados granulares que se han ubicado en los intersticios de los feldespatos. Como mineral accesorio está la esfena, ocurre como agregados granulares, con formas anhedrales y con tamaños hasta de 0,112 mm (Foto 35, 36 y 37).

Los minerales de alteración hidrotermal son la clorita, epidota y sericita. Los minerales de alteración supérgena se hallan constituidos por calcita y arcillas. Gran parte de la unidad presenta hasta un 15% de pirita diseminada y en vetillas muy finas. En muchos sectores, la diorita está afectada por una intensa alteración argílica supérgena, la cuál da una falsa apariencia de lixiviación, ya que se encuentra alterando a la pirita, formando jarosita pero a un nivel muy superficial (Foto 38).

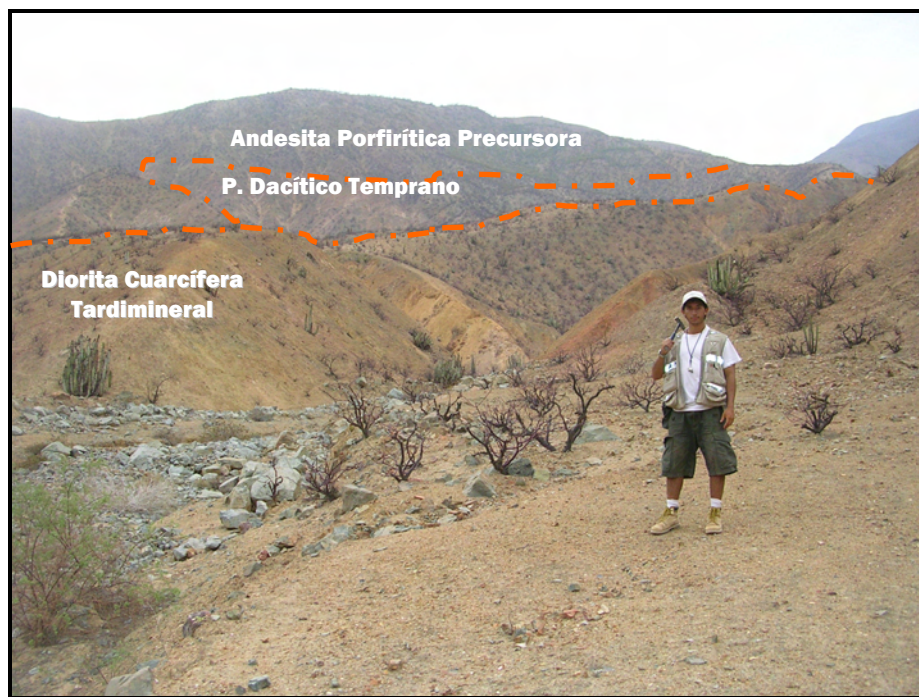


Foto 33. Vista de la Diorita Cuarcifera Tardimineral mostrando intemperismo que ha oxidado la pirita formando jarosita supérgena.



Foto 34. Diorita Cuarcifera Tardimineral mostrando un intemperismo parcial que ha oxidado la pirita formando jarosita pero a nivel superficial.

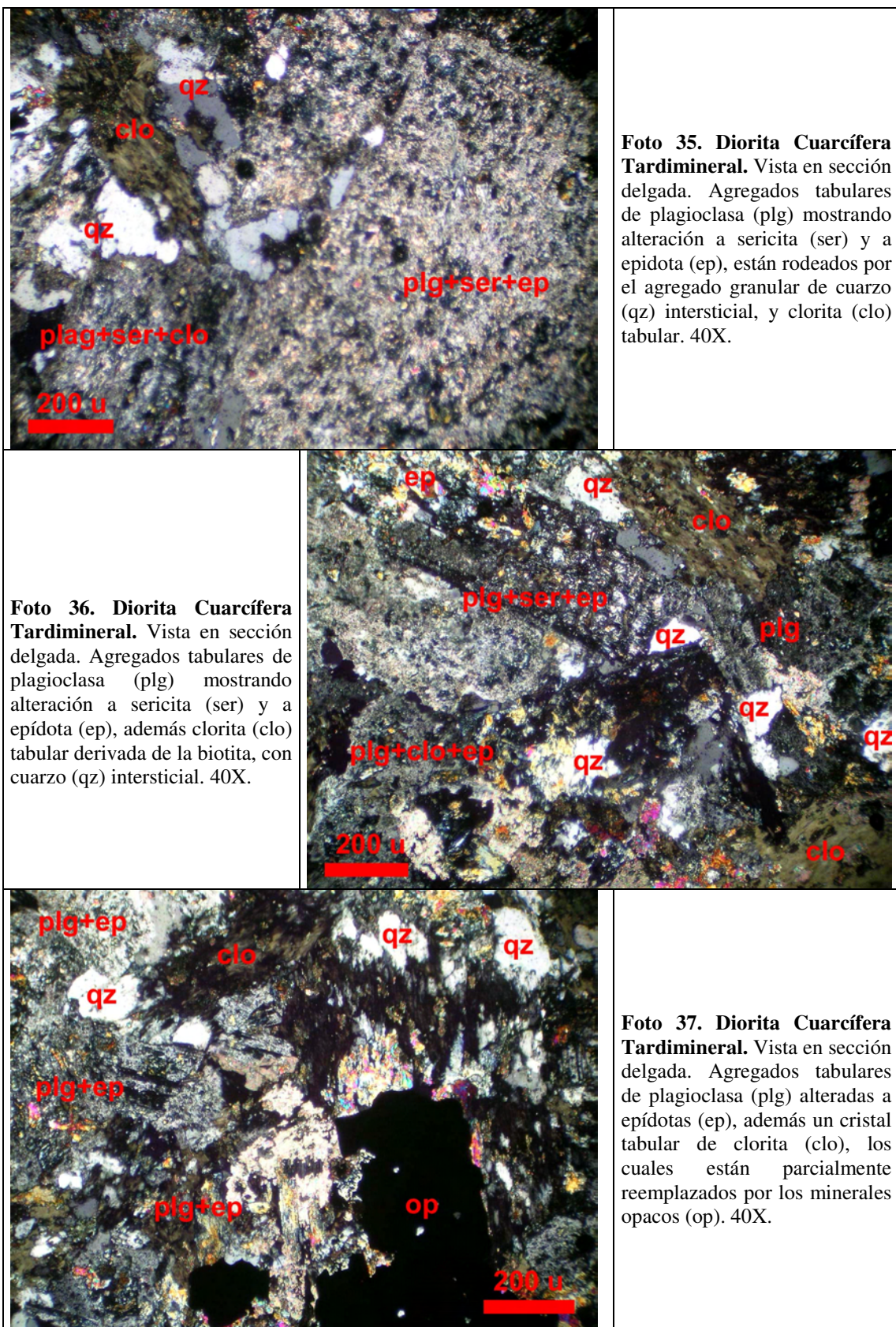




Foto 38. Muestra de mano de la Diorita Cuarcífera Tardimineral con intensa alteración propilítica.

4.2.1.f Pórfido Diorítico Postmineral.

El Pórfido Diorítico Postmineral es el último evento dentro del sistema, y está aflorando a manera de stocks y diques con una orientación predominante NNO. Este intrusivo corta a todas las unidades ígneas descritas anteriormente, ubicándose mayormente en la parte central y central norte del sistema (Foto 39 y 40).

Dicho Pórfido Diorítico es de textura porfirítica, moderadamente magnética, en matriz microgranular, la cual, observada en sección delgada, se halla constituida por plagioclasa como mineral esencial, que ocurre como fenocristales y como parte de la matriz microgranular, presenta formas variables de subhedral a anhedral y tienen tamaños hasta de 3,75 mm. Como minerales accesorios están la hornblenda, la cual ocurre como fenocristales y como parte de la matriz microgranular, tienen formas variables de subhedral a anhedral y tamaños hasta de 2,288 mm, otro mineral accesorio es la esfena, la cual se haya diseminada en la matriz. La alteración es propilítica fuerte a intensa, los minerales de alteración hidrotermal son los siguientes: la actinolita-tremolita, clorita, cuarzo y la epidota, los cuales se presentan tanto en matriz como en vetillas y rellenando

fracturas. Como mineral de alteración supérgeno se halla la calcita. En algunos sectores se ha registrado hasta un 10% de pirita diseminada y un débil a moderado magnetismo (Foto 41, 42, 43 y 44).

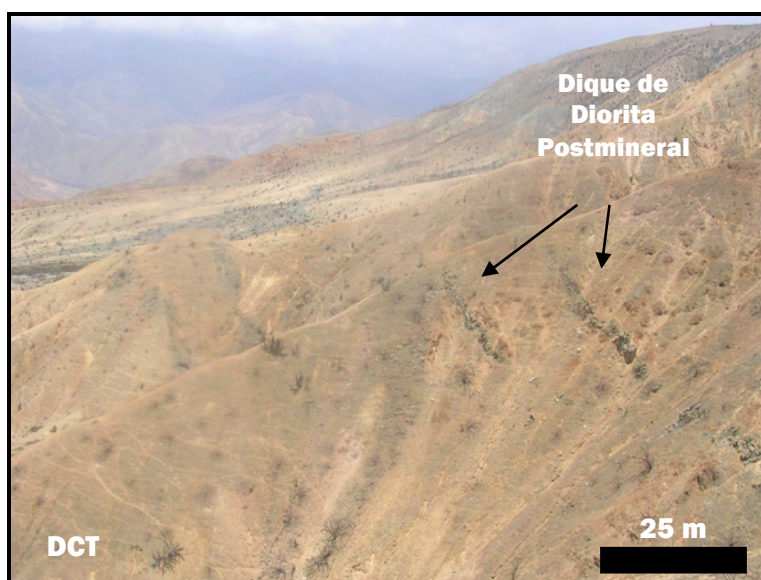


Foto 39. Vista de los diques porfiríticos de Diorita Postmineral cortando a la Diorita Cuarcífera Tardimineral (DCT) con azimuth y buzamiento de N 330°/45° NE.



Foto 40. Dique de Diorita Porfirítica Postmineral (DPP) cortando a la Diorita Cuarcífera Tardimineral (DCT) con azimuth de N 330°.

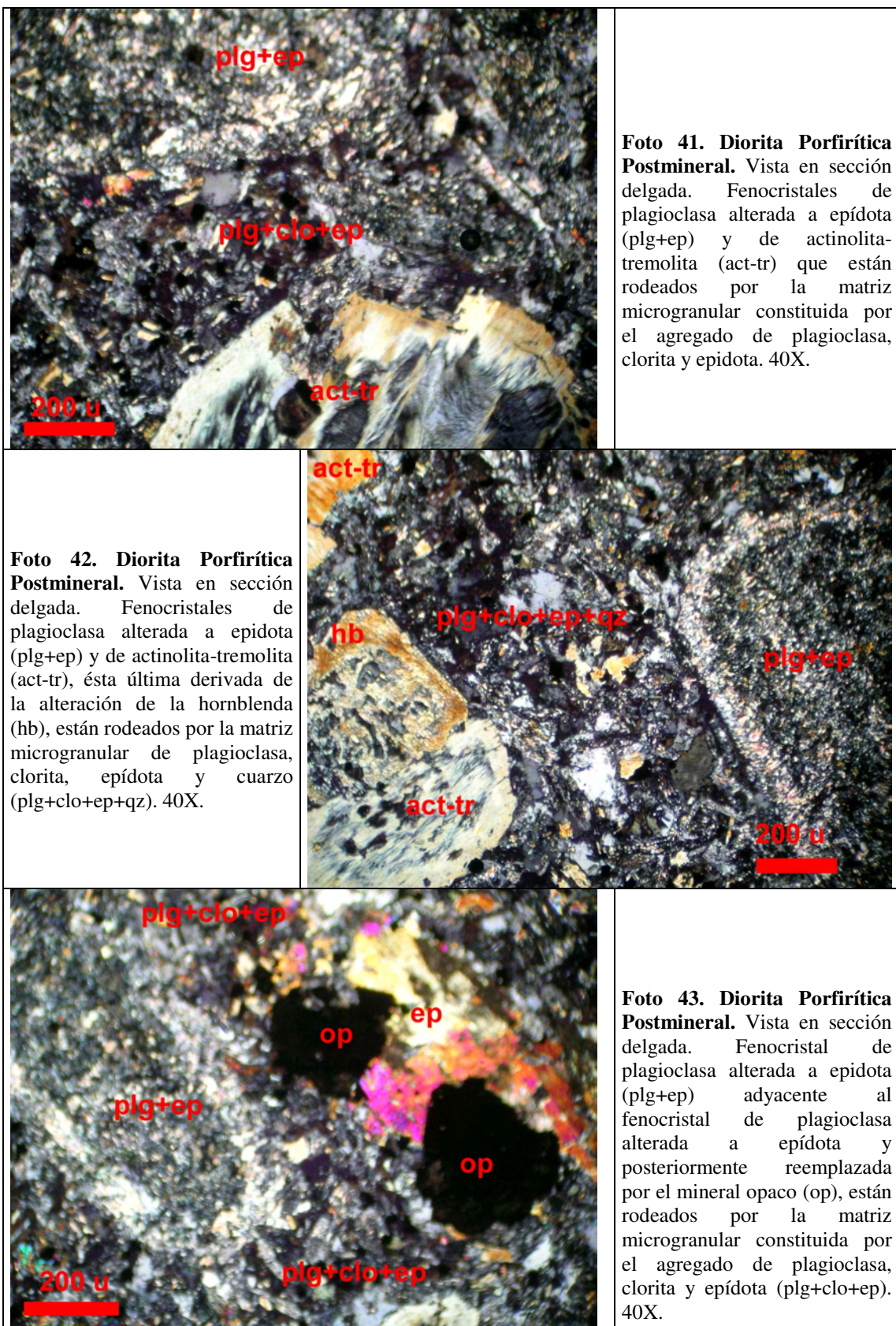




Foto 44. Muestra de mano de un dique de Diorita Porfirítica Postmineral con alteración propilítica intensa y 3% de pirita diseminada.

4.2.2 Batolito de la Costa.

4.2.2.a Superunidad Incahuasi.

En el área, la Superunidad Incahuasi se ubica en la parte sureste del sistema con una extensión de 4.2 x 2 km. Dicha superunidad, es masiva, no presenta alteración y litológicamente está dominada por granodioritas y tonalitas, que presentan una mineralogía compuesta de agregados de hornblenda con núcleos, hornblenda euhedral sin núcleos, biotita poikilítica a subhedral, plagioclasa, cuarzo y anfíboles. En la granodiorita, la hornblenda y la biotita están en igual proporción.

La Superunidad Incahuasi no es parte del Complejo Porfirítico Pucacorrall Norte, siendo posterior al sistema. Está controlada en el área por una gran falla de rumbo SO-NE que la pone en contacto con la Andesita Porfirítica Precursora, con el Pórfido Dacítico Temprano y con los sedimentos del Grupo Yura.

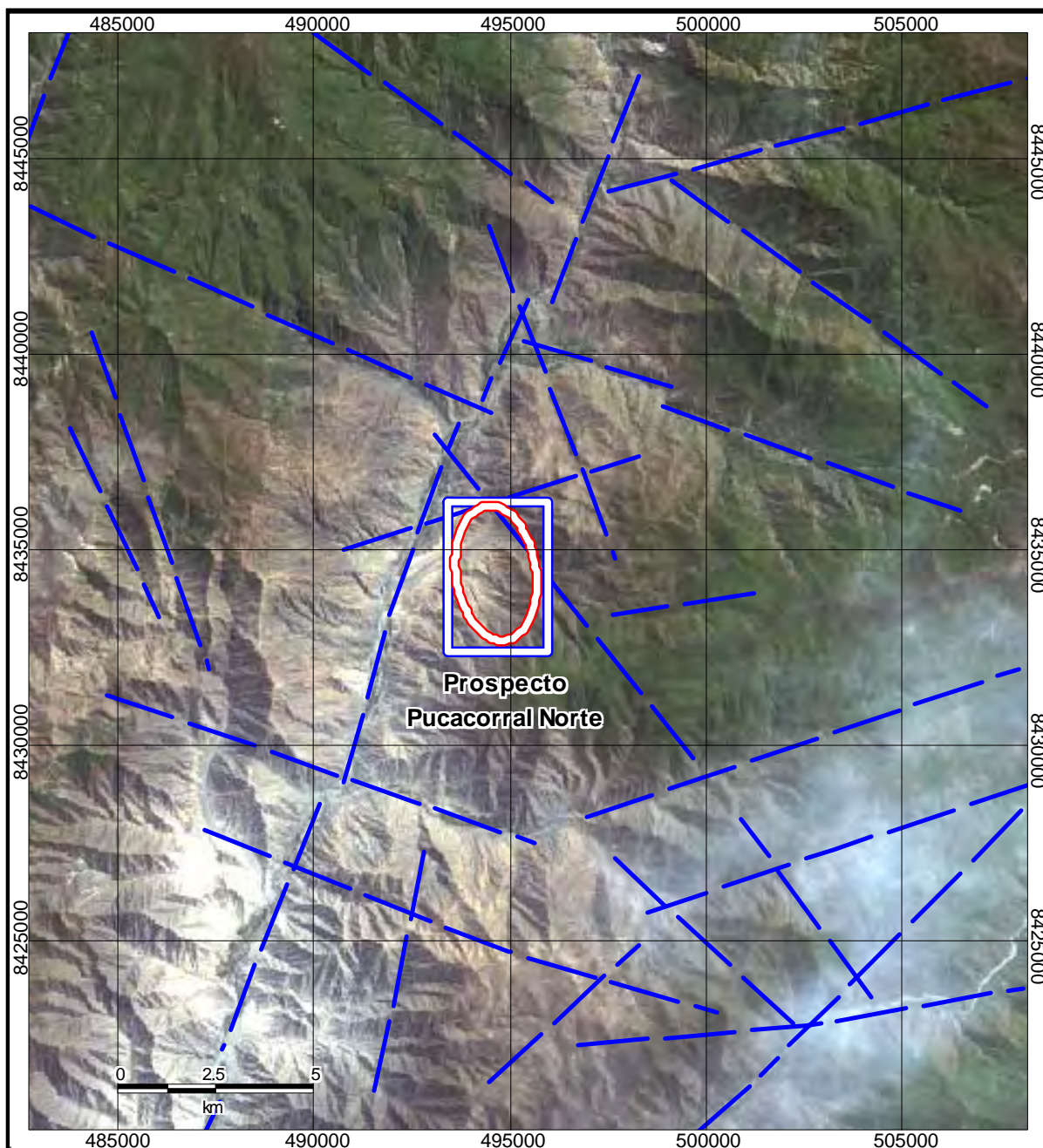
Esta es la Superunidad más importante del Batolito de la Costa y es parte del segmento Arequipa. Las dataciones radiométricas por el método de K-Ar efectuadas en el río Pisco con las rocas de la Superunidad Incahuasi, a 70 km al noroeste del Sistema Pucacorrall Norte datan una edad de 82.5 ± 1.4 M.a. (N. D. Moore y R. A. Agar, 1985), siendo posterior al Pórfido Pucacorrall Norte.

4.3 Geología Estructural.




Regionalmente, durante el Cretáceo, el área de investigación ha sufrido tanto plegamientos como fallamientos. Las zonas plegadas están cruzadas por una serie de fallas transversales, formadas antes del Batolito, las cuales han servido de guía para el emplazamiento de dicho cuerpo. Muchas de las quebradas corren a lo largo de las fallas transversales siguiendo el plano de debilidad. Este tipo de fallas se ha originado inmediatamente después del plegamiento, como producto de la tensión que sigue a la fase de compresión, esta tensión originó también fallas o fracturas longitudinales, que posteriormente sirvieron como vías de acceso a los magmas constituyentes de los diversos cuerpos intrusivos, explicando así la ocurrencia de los frecuentes contactos rectilíneos (Fernández Dávila, M., 1993) (Fig. 6).

Muchas de las fallas presentan un salto relativamente corto, y algunos sólo son fracturas, mientras que en otras, las relaciones estratigráficas actuales, permiten indicar que el salto de falla es de considerable magnitud (Fernández Dávila, M., 1993).

La edad del plegamiento andino en la región queda fijada, tentativamente, entre el Cretáceo superior y el Eoceno medio o tal vez Oligoceno. El fallamiento puede correlacionarse con los periodos de reacomodo, generados después del plegamiento andino, y posteriormente con la etapa de ascensión del litoral y levantamiento final de la cordillera (Fase Inca y Fases Quechuas) (Fernández Dávila, M., 1993).



LEYENDA

-  Lineamientos
-  Área de Estudio
-  Borde del Sistema del Pórfido Pucacorrall Norte

 Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Pucacorrall Norte 	
ESCALA: 1 : 200,000 PROYECTO: Prospecto Pucacorrall Norte	LINEAMIENTOS REGIONALES (sobre imagen ASTER)
FIGURA N° 6	DIBUJADO POR: Arturo Moretti Jiménez GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez
FECHA: 8 de Enero del 2007	Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo

El prospecto Pucacorrall Norte se ubica dentro del lineamiento andino de dirección noroeste. Localmente existen fallas y fracturas de orientación NNO, N-S, NE-SO y E-O. Los pulsos relacionados al sistema porfirítico Pucacorrall Norte tienen una orientación predominante NNO, la cual rige la orientación del Pórfido Dacítico Temprano y de las vetas mineralizadas. Estas fallas a su vez, fallaron a la unidad sedimentaria del Grupo Yura y la compresión provocada por los pulsos del sistema la plegaron.

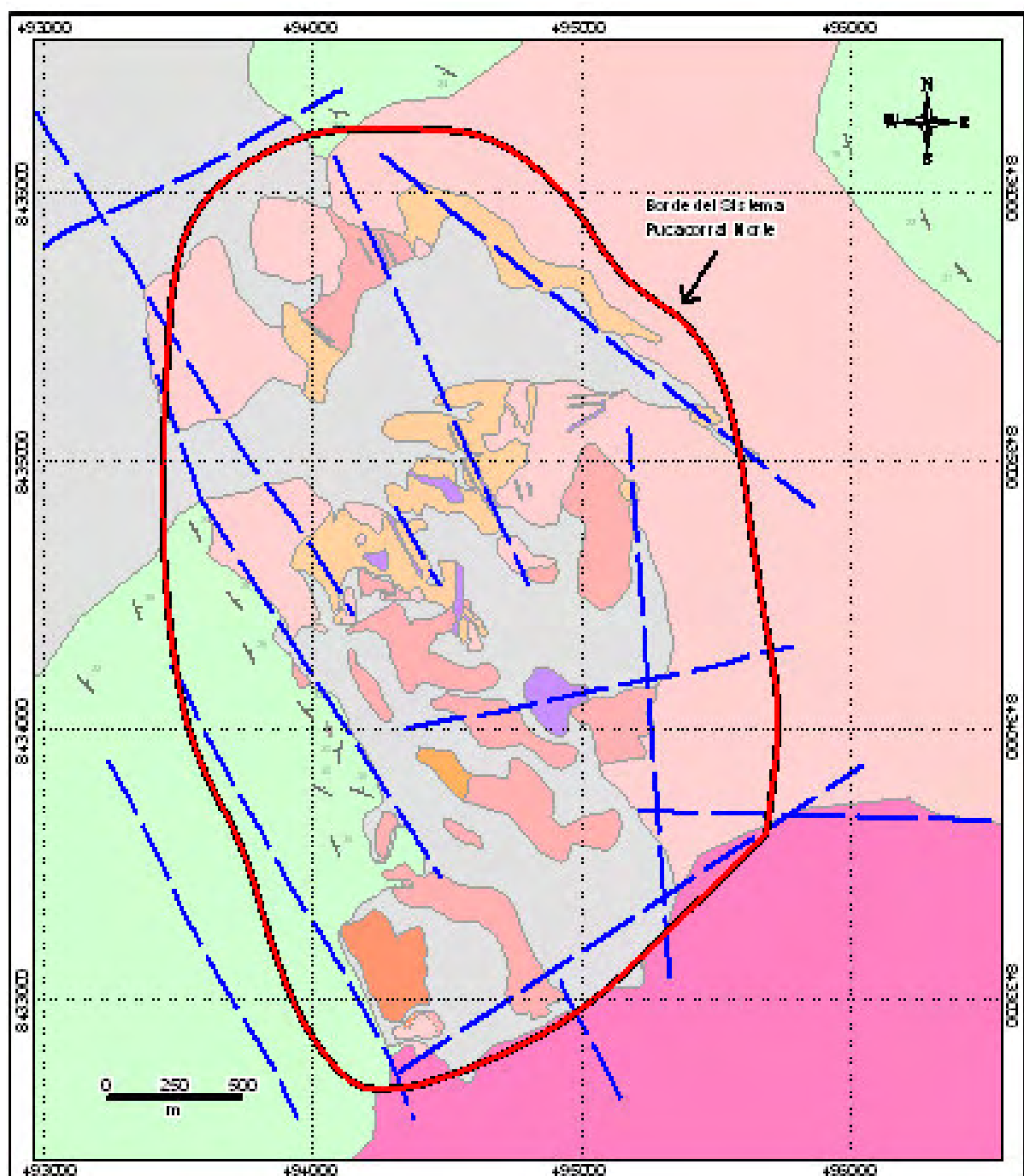
En las secuencias sedimentarias (Grupo Yura), al oeste del sistema, los estratos presentan un azimut de N 325° con un buzamiento de 28° al noreste, en promedio. Mientras que al este, el azimut de los estratos es de N 150° con un buzamiento de 20° al suroeste, en promedio (Foto 1). Esta orientación de los estratos forma un sinclinal.

A fines del Cretáceo superior, hubo levantamiento de las secuencias sedimentarias durante la primera Fase Orogénica Andina (Fase Peruana de Steinmann), afectando al Grupo Yura. Conjuntamente con esta fase tectónica se tuvo el emplazamiento de grandes porciones del Batolito de la Costa, en forma de pulsaciones que continuaron hasta el Terciario inferior.

Al sur del sistema, podemos encontrar un sistema de fallas de dirección E-O y NE-SO, que son los responsables de la abrupta interrupción litológica de los sedimentos del Grupo Yura y del Complejo Porfirítico Pucacorrall Norte con un stock tonalítico-granodiorítico de la Superunidad Incahuasi que pertenece al Batolito de la Costa, que es el pulso ígneo más reciente en el área de estudio. El salto de falla de estas estructuras de dirección E-O y NE-SO, debe haber sido de gran magnitud para poner en contacto la unidad del Batolito de la Costa con el Complejo Porfirítico Pucacorrall Norte a una mayor altitud (Fig. 7).

Posteriormente, durante el Eoceno hasta el Mioceno-Plioceno, se dieron algunas fases compresivas, de levantamiento y hundimiento denominadas Fase Inca y

Fases Quechuas que plegaron y fallaron al Grupo Yura y a los diferentes pulsos del sistema Pucacorrall Norte.



LEYENDA

- Cuzco, conglomerados (Cobertura Cuzco)
- Cuzco, arenitas (Bancos de la Cruz)
- Portales Cuzco Positivo
- Cuzco Cuartillas Tardías
- Portales Positivos Intermedios Tardíos
- Portales Positivos Intermedios Tempranos
- Portales Positivos Tempranos
- Arenas Positivas Positivas
- Cuartillas Intermedias, con Arenas (Grupo Yuni)
- Arenas y basaltos
- Lineamientos

  	
<div style="text-align: center;"> Geología del Sistema Portales de Cuzco </div>	
ESCALA: 1:25,000	<div style="text-align: center;">  </div>
PROYECTO: Asesoría Académica	<div style="text-align: center;"> LINEAMIENTOS LOCALES </div>
FIGURA Nº 7	ELABORADO POR: Asesor Académico
FECHA: 01 de mayo del 2017	REVISADO POR: Asesor Académico
<div style="text-align: center;"> Tesis para optar al Título de Ingeniero Geólogo </div>	

CAPÍTULO V

ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN

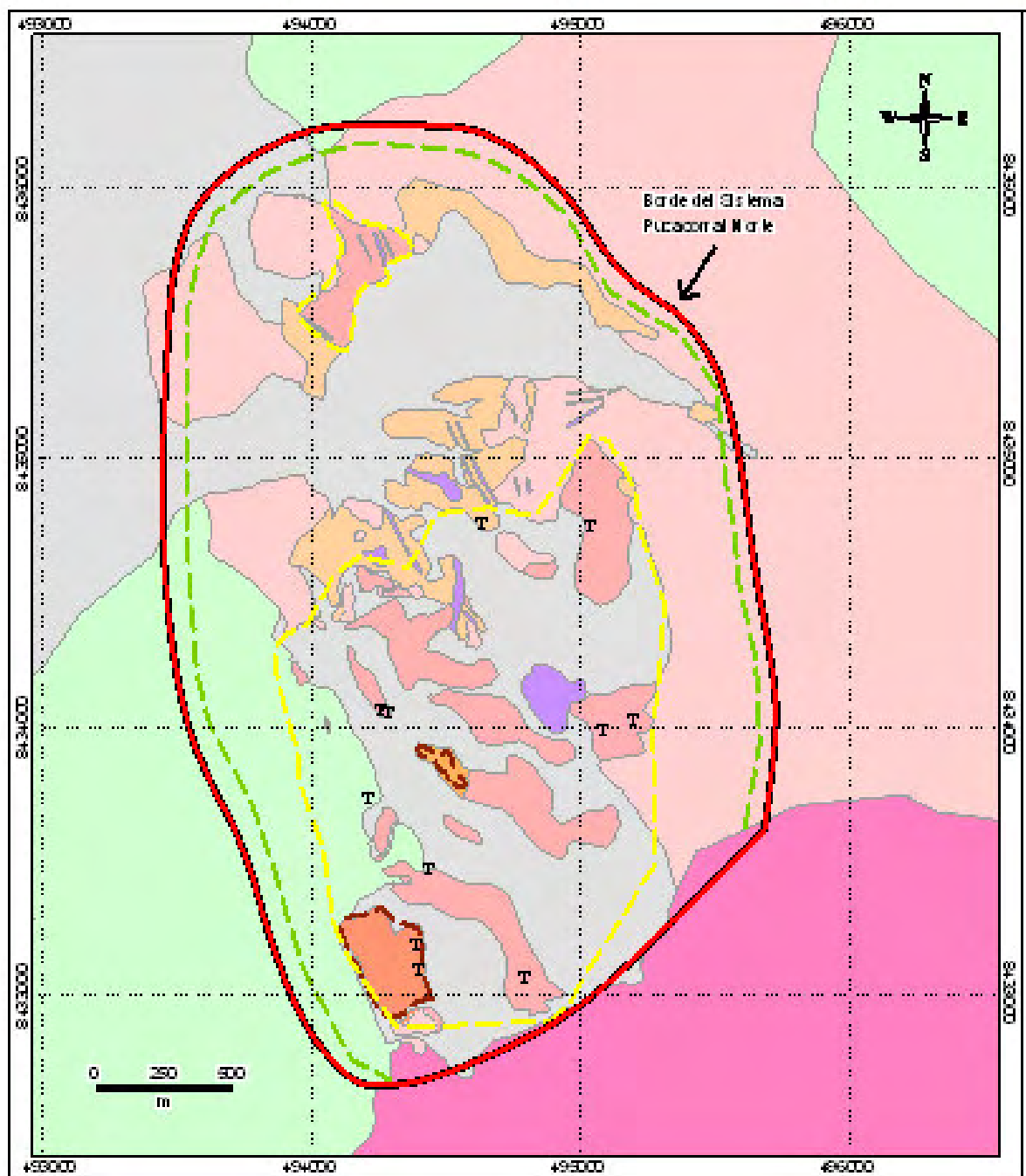
5.1 Alteración.

El prospecto Pucacorrall Norte es un sistema porfirítico de cobre que está relacionado a eventos magmático-hidrotermales, como resultado de la interacción entre fluidos de origen magmático y aguas meteóricas. La evolución espacial y temporal de estos procesos está en función de los controles estructurales, la litología, evolución magmática, permeabilidad, disponibilidad y distribución espacial de fluidos ricos en metales y volátiles, sean estos oxidados o reducidos (Camus, 2003). La evolución en el tiempo de los diferentes procesos y factores involucrados en la génesis del Pórfido Pucacorrall Norte han modelado la morfología y el estilo de alteración del sistema.

El Pórfido Pucacorrall Norte presenta una zona de alteración de 3.3 x 2.1 km, con un área en la parte central de 1.7 x 1.3 km de alteración fílica, expuesta con mayor intensidad en el Pórfido Dacítico Temprano. A su vez, esta alteración está rodeada por una alteración propilítica fuerte que va disminuyendo en intensidad a medida que se aleja del centro del sistema. Los sedimentos del grupo Yura que se encuentran en contacto con la Andesita Porfirítica Precursora y con los diferentes pulsos que intervienen en el sistema, se encuentran hornfelizados y presentan una débil a moderada alteración sericítica (Fig. 8). Cabe señalar que algunos minerales de alteración (sericita, caolinita, alunita) fueron determinados por medio de lecturas de PIMA (Apéndice I).

Estas alteraciones las podemos dividir en tres eventos principales desde el punto de vista genético:

- Evento Prógrado (Alteración Potásica y Propilítica).
- Evento Retrógrado (Alteración Fílica).
- Evento Supérgeno (Alteración Argílica Supérgena y lixiviación).



LEYENDA

- Gravas, conglomerados (Ceboruja-Cuamania)
- Arenas y limos (Barrido de la Cruz)
- Arido Cuarcita Pucallpa
- Grutas Cuarcitas Tardías
- Arido Tardío Inicial/Tardío
- Arido Cuarcita Inicial/Tardío
- Arido Cuarcita Tardío
- Andes to Pájaros/Pucallpa
- Cuarcitas Inicial/Tardío (Ceboruja)
- Límite de la zona de la Cruz
- Límite de la zona de la Cruz (Barrido)
- Límite de la zona de la Cruz (Barrido)
- T



Caracterización Geológica del Sistema Pájaros de Cu Pucallpa Norte



ESCALA: 1 : 25,000

PROYECTO: Pucallpa Norte

FIGURANTE: ARRIAGA, P. J.

FECHA: 10 de Mayo del 2017

MAPA DE ALTERACIÓN

ELABORADO POR: Arriaga, P. J. GEOLOGO: Arriaga, P. J.

Tesis para optar al Título de Ingeniero Geólogo

5.1.1 Evento Prógrado.

5.1.1.1 Alteración Potásica.

La alteración potásica o tardimagmática se asocia al emplazamiento de intrusivos minerales o portadores de la mineralización de cobre y oro de los sistemas porfíricos (Gustafson y Hunt, 1975; Sillitoe, 1989).

El mineral principal que caracteriza la alteración potásica en el sistema Pucacorrall Norte, es la biotita secundaria reemplazando hornblendas. Dicha alteración afecta al Pórfido Diorítico Intermineral Temprano en un área expuesta de 220 x 50 m, y al Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío en un área expuesta de 400 x 250 m., en los cuales, la biotita es reemplazada por clorita, y a la vez sobreimpuesta por una moderada a fuerte alteración fílica (Foto 45). Presenta también algunas vetillas de cuarzo tipo “A” y de cuarzo con una sutura de pirita y jarosita tipo “B”, éstas últimas en la zona de transición con la alteración fílica.



Foto 45. Pórfido Diorítico Intermineral Temprano con biotita secundaria reemplazando hornblendas y a su vez reemplazada por clorita con vetillas de jarosita.

5.1.1.2 Alteración Propilítica.

Contemporáneamente con la alteración potásica, se desarrolló, hacia los márgenes del sistema Pucacorrall Norte, una fase de menor temperatura, que generó un halo externo de alteración propilítica. Dicho halo afectó a la Andesita Porfirítica Precursora y está constituido por un ensamble de clorita-epídota-calcita-pirita, y disminuye paulatinamente hacia los márgenes hasta desaparecer completamente. En la Andesita Porfirítica Precursora, las plagioclasas no siempre muestran alteración, mientras que la biotita y la hornblenda fueron reemplazadas parcial o totalmente por clorita y carbonatos.

En el sistema porfirítico Pucacorrall Norte, los stocks y diques tardíos y postminerales (Diorita Cuarcifera Tardimineral y el Pórfido Diorítico Postmineral) presentan alteración constituida por un ensamble de clorita-epídota-pirita (Foto 46).



Foto 46. Muestra de mano de un dique del Pórfido Diorítico Postmineral con alteración propilítica.

5.1.2 Evento Retrógrado.

5.1.2.1 Alteración Fílica.

La etapa hidrotermal principal, también conocida como cuarzo-sericítica o fílica, se desarrolla en la medida en que los fluidos hidrotermales migran desde el magma fuente y comienzan a enfriarse, bajo condiciones de alta actividad de S^{-2} , baja fugacidad de O^{-2} y baja razón K^{+}/H^{+} comparada con las etapas anteriores. Bajo estas condiciones, la textura original de la roca afectada es destruida casi por completo (F. Camus, 2003).

En el Sistema Pucacorrall Norte, la alteración fílica se expande en un área de 1.7 x 1.3 km en el sector central, mientras que en la parte norte, está expuesta en un área de 500 x 280 m. Esta alteración es la predominante en el sistema y afecta al Pórfido Dacítico Temprano, a las sedimentos del Grupo Yura y se superpone a la alteración potásica del Pórfido Diorítico Intermineral Temprano y del Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío.

La alteración fílica está expuesta con mayor intensidad en el Pórfido Dacítico Temprano, destruyendo su textura original y se caracteriza por la asociación de cuarzo, sericita y pirita (Foto 47). Mientras que en el Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío muestra algunas vetillas tipo “D” de cuarzo con sutura de pirita y halo de sericita.

Como parte del evento hidrotermal tardío de esta alteración se puede observar también turmalina en vetas, vetillas, diseminada y en rosetas (Foto 48).



Foto 47. Muestra de mano del Pórfido Dacítico Temprano con intensa alteración fílica (sericita y cuarzo).



Foto 48. Muestra de mano del Pórfido Dacítico Temprano con turmalina y sílice. Mostrando una fuerte alteración fílica (sericita y cuarzo).

5.1.3 Evento Supérgeno.

5.1.3.1 Alteración Argílica Supérgena.

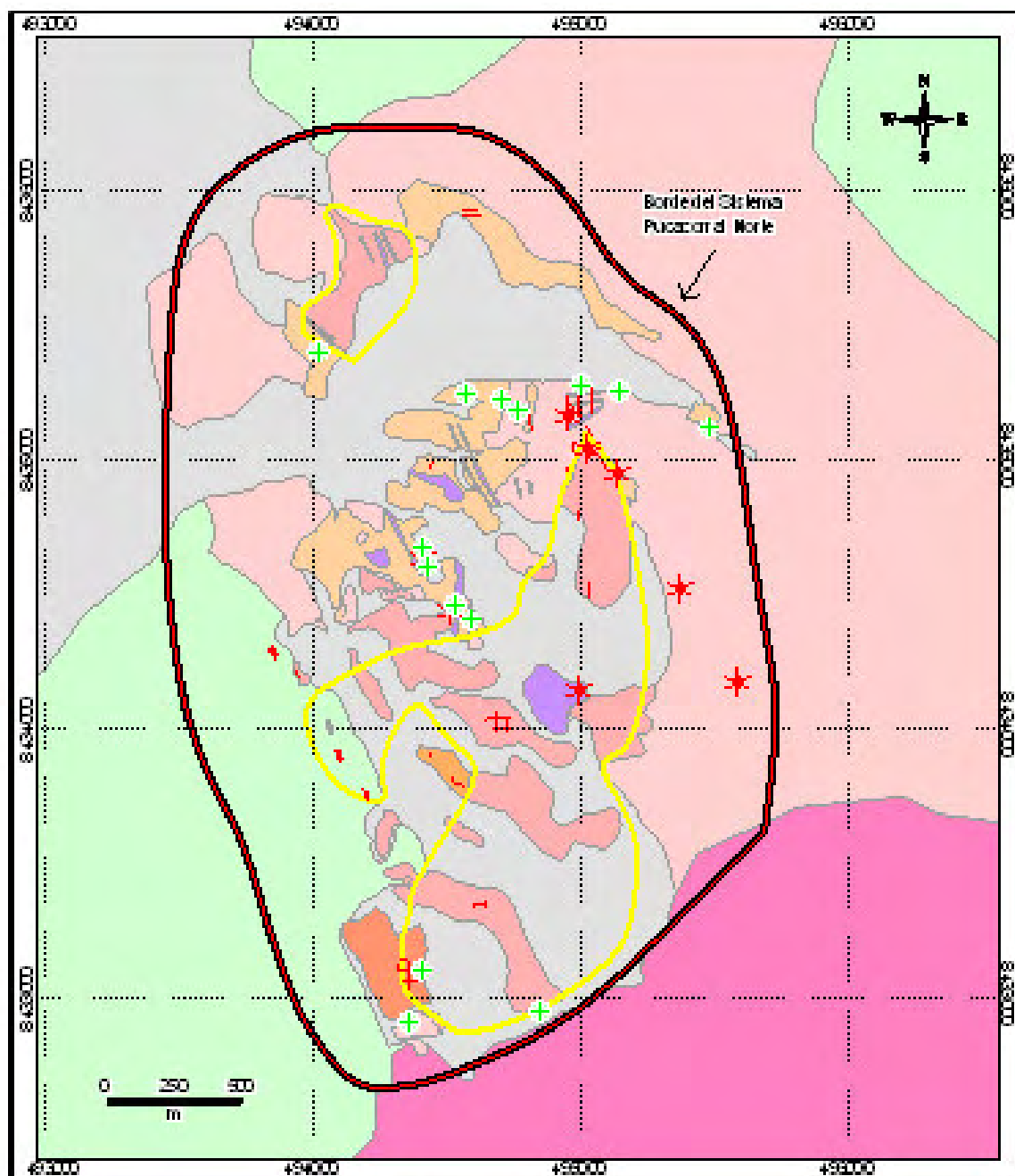
Este evento se produce a partir del reemplazamiento de ciertos minerales que componen las rocas debido a la acción de los agentes de erosión e intemperismo. En Pucacorrall Norte la argilización supérgena se extiende en diversos grados sobre los diferentes pulsos del sistema del pórfido. Se traduce por la presencia de caolinita reemplazando a plagioclasas, clorita, albita y biotita. También se encuentra alunita supérgena a modo de vetillas (Foto 49).



Foto 49. Muestra de mano del Pórfido Dacítico Temprano con vetillas de alunita secundaria (basados en lecturas de PIMA). Mostrando fuerte alteración fílica (cuarzo y sericita).

5.2 Mineralización.

La mineralización en el prospecto Pucacorrall Norte está afectada por lixiviación de intensidad moderada a fuerte, compuesta de hematita, goethita y jarosita a modo de



LEYENDA

- Gneiss, conglomerados (Cobos y Cuasmala)
- Granodiorita, omblita (Eladio de la Cruz)
- Porfido Diorico Posmineral
- Diorita Cuadrada Tardímineral
- Porfido Tonalítico Intermineral Tardío
- Porfido Diorico Intermineral Temprano
- Porfido Diorico Temprano
- Andesita Porfídica Pterocarpa
- Cuadrada Intermineral con ómbilica (Grupo Yusa)
- Epitermales
- Stockwork
- Celdas de cobre
- Vetas (cuarzo y pirita y calcopirita)
- Zona delimitada

Universidad Nacional Autónoma de México		
Carrera de Ingeniería Geológica del Sistema Porfídico de Cu-Pb-Ag en el Norte		
ESCRITA: 11 de 2012		MAPA DE MINERALIZACIÓN
PROYECTO: Eladio de la Cruz		DISEÑADO POR: [Nombre]
FIGURA Nº:		DISEÑADO POR: [Nombre]
FECHA: 11 de 2012		Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo

stockwork y disseminaciones desarrollados sobre todo en el Pórfido Dacítico Temprano (Fig.9).

En general, el vetilleo es poco denso y escaso a excepción de algunos sectores con moderada cantidad de vetillas de cuarzo-jarosita y presencia de turmalina en vetillas. También se ha observado cantidades reducidas de minerales de cobre en superficie, presentes a manera de discretas manchas de óxidos verdes tiñendo pequeños afloramientos y a lo largo de algunas vetas de cuarzo-especularita-turmalina y cuarzo-calcopirita-goethita. Se estima que por debajo de la zona lixiviada se encuentra una zona de enriquecimiento secundario posiblemente inmaduro. Además, se estima que por debajo de la zona de enriquecimiento secundario se presente una zona mineralizada de sulfuros primarios.

Esta mineralización presente en el sistema Pucacorrall Norte se puede dividir en cuatro zonas, las cuales son descritas a continuación:

5.2.1 Zona Lixiviada.

El prospecto Pucacorrall Norte es un sistema tipo pórfido de cobre, que se encuentra parcialmente lixiviado. El Pórfido Dacítico Temprano muestra una lixiviación más intensa que el resto de áreas expuestas que es coincidente con las zonas de mayor sericitización. Dicha lixiviación fue facilitada por el stockwork denso del pórfido con presencia de cuarzo-limonitas ($J > G > H$), localmente asociada con óxidos de manganeso (Foto 50). En dicho stockwork se logró distinguir algunos boxworks de pirita rellenos por hematita y goethita en cantidades reducidas. Aunque el contenido original de cobre del proto-ore y la intensidad de los procesos supérgenos pueden no haber sido suficientes como para generar un proceso de enriquecimiento significativo, debido al proceso de lixiviación existe la posibilidad de un pequeño “blanket” de enriquecimiento secundario posiblemente inmaduro por debajo de esta zona lixiviada. Se estima espesores mayores aproximadamente de 200 m de la zona lixiviada en el

área sur del sistema, mientras que en las quebradas que cruzan el Pórfido Dacítico Temprano se estiman espesores remanentes inferiores a 20 m.

La zona lixiviada se hace gradualmente más débil hacia los márgenes, tanto al oeste como al norte, donde se ha registrado sectores locales hasta con 7-10% de pirita mayormente diseminada. Se observa abundante jarosita en la periferia norte del sistema a un nivel muy superficial, asociada a una fuerte argilización supérgena en la Diorita Cuarcífera Tardimineral, dando la apariencia de una falsa lixiviación.



Foto 50. Pórfido Dacítico Temprano con intenso stockwork y fuerte lixiviación, mostrando intensa alteración fílica (sericita y cuarzo).

5.2.2 Zona de Óxidos de Cobre.

Se ha observado cantidades reducidas de óxidos de cobre de origen exótico en superficie, presente a manera de discretas manchas de óxidos verdes tiñendo pequeños

afloramientos y a lo largo de algunas vetas de cuarzo-especularita-turmalina y cuarzo-calcopirita-goethita, en su mayoría con rumbo NNO-SSE y N-S (Foto 51, 52 y 53).



Foto 51. Óxidos de cobre exótico en fracturas de la Diorita Cuarcífera Tardimineral.



Foto 52. Veta de cuarzo-especularita-turmalina trabajada por mineros informales.



Foto 53. Veta de cuarzo-calcopirita-goethita trabajada por mineros informales.

5.2.3 Zona de Enriquecimiento Secundario.

Aunque las condiciones geológicas indican que en general sólo parte de la pirita existente fue lixiviada, es posible que en el sector sur del sistema, se haya generado una zona con enriquecimiento secundario debido a la relativamente mayor lixiviación y alteración identificadas en dicha zona. Se estima que dicho “blanket” sería inmaduro, es decir de moderada a baja ley, probablemente compuesto principalmente pátinas de calcosita sobre pirita y estaría relacionado al Pórfido Dacítico Temprano que presenta mayor lixiviación y una intensa alteración fílica.

5.2.4 Zona de Sulfuros Primarios.

Se estima que por debajo de la zona de enriquecimiento secundario (“blanket” inmaduro) se presenta una zona mineralizada de sulfuros primarios. En superficie se han observado algunas vetillas tipo “B” de cuarzo-calcopirita (con tenorita y óxidos de cobre), cuarzo-pirita y algunas sólo de cuarzo, también vetillas tipo “D” de cuarzo-pirita con halo de sericita en el Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. También se ha reconocido goethita y hematita en la zona de lixiviación, siendo más abundante la goethita, dichos minerales han sido observados en el Pórfido Dacítico Temprano. Por todas estas evidencias se espera calcopirita como principal componente de dicha zona mineralizada, sin embargo se estima que dicha mineralización sea de moderada a baja ley.

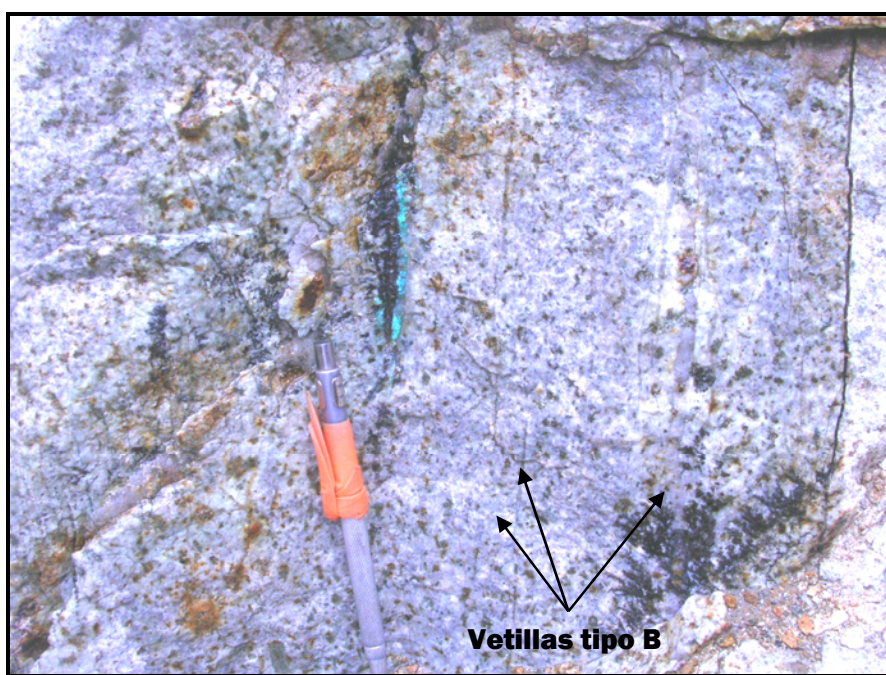


Foto 54. Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío con vetillas tipo B (vetillas de cuarzo-calcopirita con tenorita y óxidos de cobre) y moderada a fuerte alteración fílica.

CAPÍTULO VI

GEOQUÍMICA

En el área de estudio se recolectaron un total de 82 muestras de fragmentos de roca. Las muestras de aproximadamente entre 2 a 4 kg fueron tomadas de diferentes afloramientos con alteración fílica y potásica, vetilleos, stockworks y estructuras mineralizadas. Las muestras fueron analizadas en los laboratorios de ALS Chemex por geoquímica de multielementos (ICP), la cual incluye Cu, Ag, otros elementos base y Au por absorción atómica con ensayo al fuego (Apéndice II. A.).

A partir de los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en campo, mediante los softwares Map Info y Arc GIS se realizaron análisis matemáticos-estadísticos, utilizando un diagrama de frecuencias versus frecuencias acumulativas (Apéndice II. B.), estableciendo rangos geoquímicos para los principales elementos, como cobre, molibdeno, oro, plomo y zinc (tabla 1). El resultado de este análisis determinó zonas anómalas que en su mayoría, están asociadas con el Pórfido Dacítico Temprano, los pórfidos interminerales y sus zonas de alteración fílica y potásica asociada. Cabe señalar que para evitar errores geoestadísticos, se eliminaron los valores erráticos de la población de muestras para cada uno de los elementos arriba mencionados, evitando así el “efecto pepita”.

Los valores de cobre están entre 3 y 1,655 ppm., pero para cuestiones de procesamiento geoestadístico, se eliminaron los valores erráticos, estos son de 667, 756 y 1,655 ppm, por lo cual, los valores de cobre tomados de 79 muestras para el análisis varían entre 3 y 462 ppm Cu, mientras que los valores de molibdeno varían entre 1 y 16 ppm (eliminando los valores erráticos). Los resultados de cobre y molibdeno arrojaron resultados con anomalías geoquímicas asociadas al Pórfido Dacítico Temprano y al Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. A su vez, están asociados con las alteraciones de sericita-cuarzo más intensas, stockworks y estructuras mineralizadas como vetas de cuarzo-especularita-turmalina y cuarzo-calcopirita-goethita.

Los resultados de oro están entre 5 y 6,120 ppb, para cuestiones de análisis geoestadístico, se eliminaron los valores erráticos, por lo cual, los valores tomados de 78 muestras para el análisis están entre 1 y 96 ppb Au. El oro, resultó tener valores más altos asociados con el Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío, estando los valores más altos relacionados a estructuras mineralizadas de cuarzo-especularita-turmalina y cuarzo-calcopirita-goethita.

El plomo resultó tener valores entre 1 y 39 ppm Pb, mientras que el zinc entre 1 y 87 ppm Zn (ambos resultados habiendo eliminado los valores erráticos). Las anomalías mostradas por estos elementos se encuentran en parte del Pórfido Dacítico Temprano y de la Diorita Cuarcifera Tardimineral, y podrían estar relacionadas a estructuras.

Con estos resultados, se concluye que los principales elementos antes mencionados no presentan correlación a excepción del cobre y el zinc (Apéndice II. C.), y que la mayoría de valores altos-erráticos pertenecen a estructuras mineralizadas. Los valores anómalos presentados, son los más altos obtenidos en los resultados de geoquímica, sin embargo, sólo el cobre presenta valores anómalos consistentes en superficie, los cuales podrían incrementarse en un cuerpo mineralizado en profundidad.

A continuación, se muestra la tabla que muestra los rangos geoquímicos que han determinado el valor de fondo y las zonas anómalas para los cinco principales elementos antes mencionados, el cobre, molibdeno, oro, plomo y zinc. Después de esta tabla, a partir de los rangos geoquímicos señalados, se muestran las figuras 10, 11, 12, 13 y 14 con las muestras de valores anómalos dentro del sistema porfirítico Pucacorrall Norte.

El Apéndice II muestra los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en campo, los histogramas y gráficos de frecuencias acumulativas y una matriz de correlaciones geoquímicas.

Tabla 1. Rangos Geoquímicos para Cobre, Molibdeno, Oro, Plomo y Zinc del Prospecto Pucacorrall Norte.

ANOMALÍA	Cobre (ppm)		Molibdeno (ppm)		Oro (ppb)		Plomo (ppm)		Zinc (ppm)	
	Rango	Cantidad de Muestras	Rango	Cantidad de Muestras	Rango	Cantidad de Muestras	Rango	Cantidad de Muestras	Rango	Cantidad de Muestras
Valor de fondo	3 – 48.93	42	1 – 2	52	1 – 6.93	40	1 – 8.6	43	1 – 13.54	41
Anomalía A	48.93 – 180.71	19	2 – 4.34	13	6.93 – 14.85	18	8.6 – 16.68	22	13.54 – 23.93	19
Anomalía B	180.71 – 248.42	10	4.34 – 7	10	14.85 – 25.54	12	16.68 – 23.96	8	23.93 – 43.64	11
Anomalía C	248.42 – 462	7	7 - 16	6	25.54 - 96	8	23.96 - 39	8	43.64 - 87	8
TOTAL	3 – 462	79	1 - 16	81	1 – 96	78	1 - 39	81	1 - 87	79

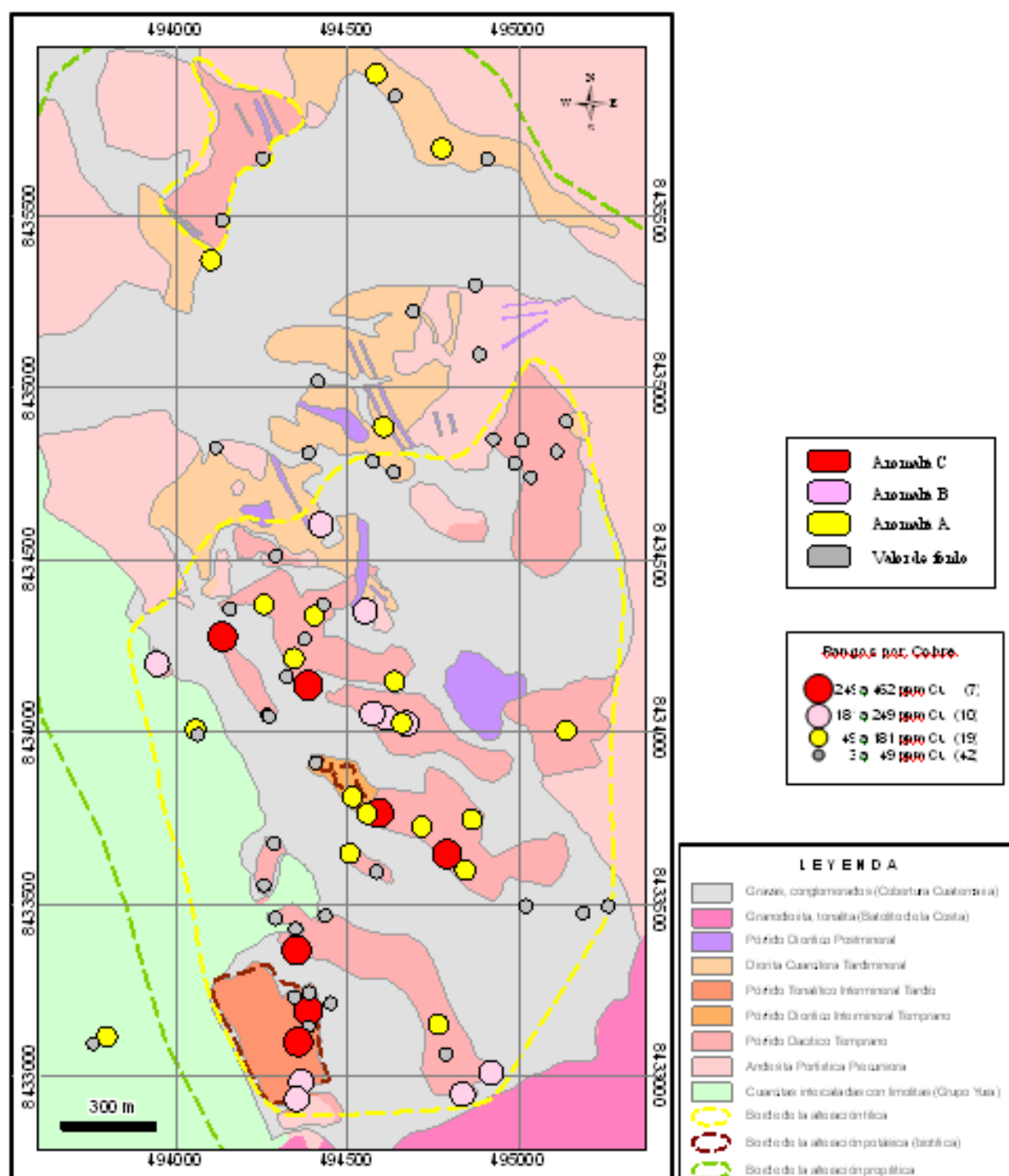


FIGURA 10. Mapa Geoquímico de Cobre – Rocas. Muestras Geoquímicas Anómalas. Escala 1:17,000.

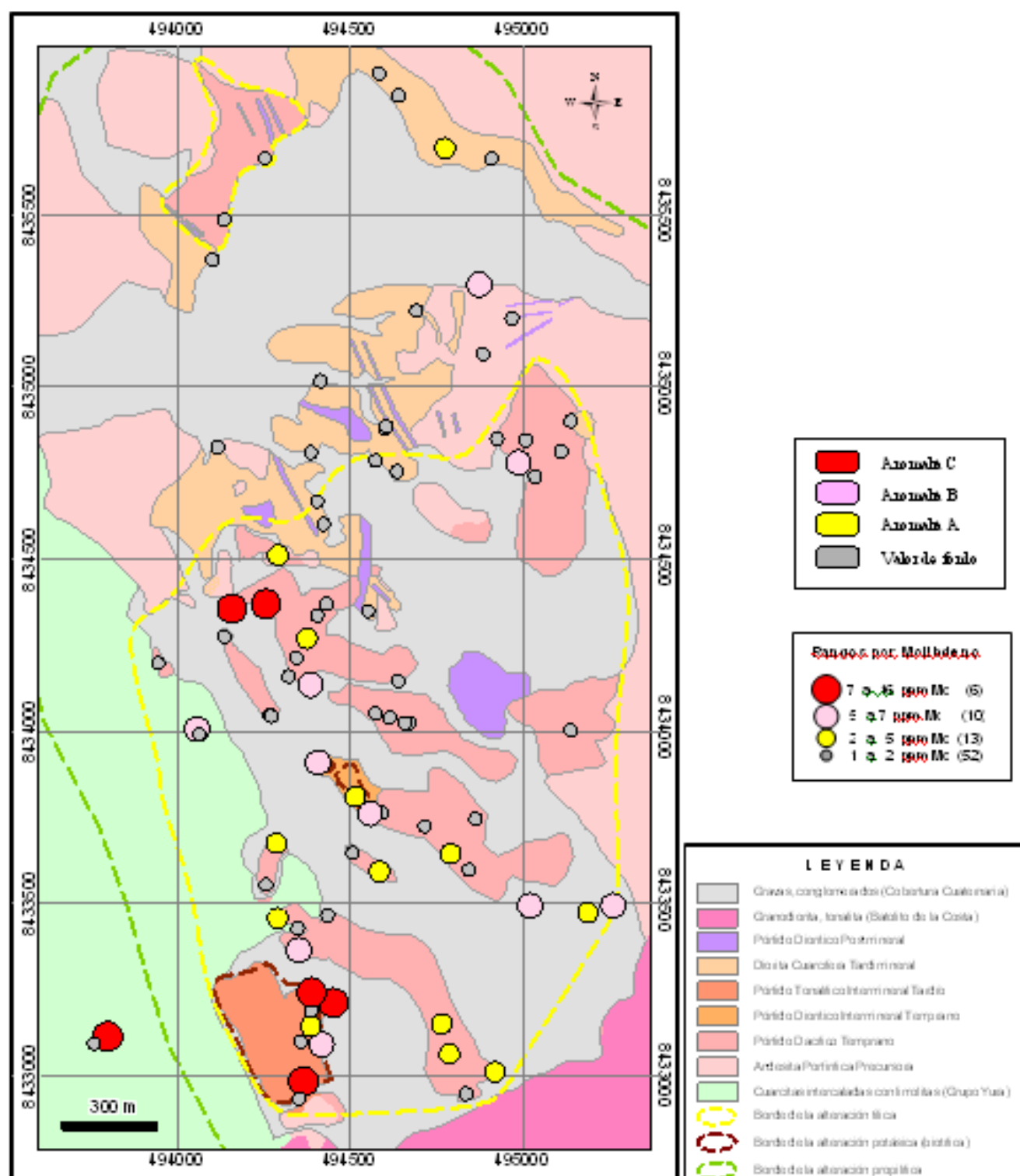


FIGURA 11. Mapa Geoquímico de Molibdeno – Rocas. Muestras Geoquímicas Anómalas. Escala 1:17,000.

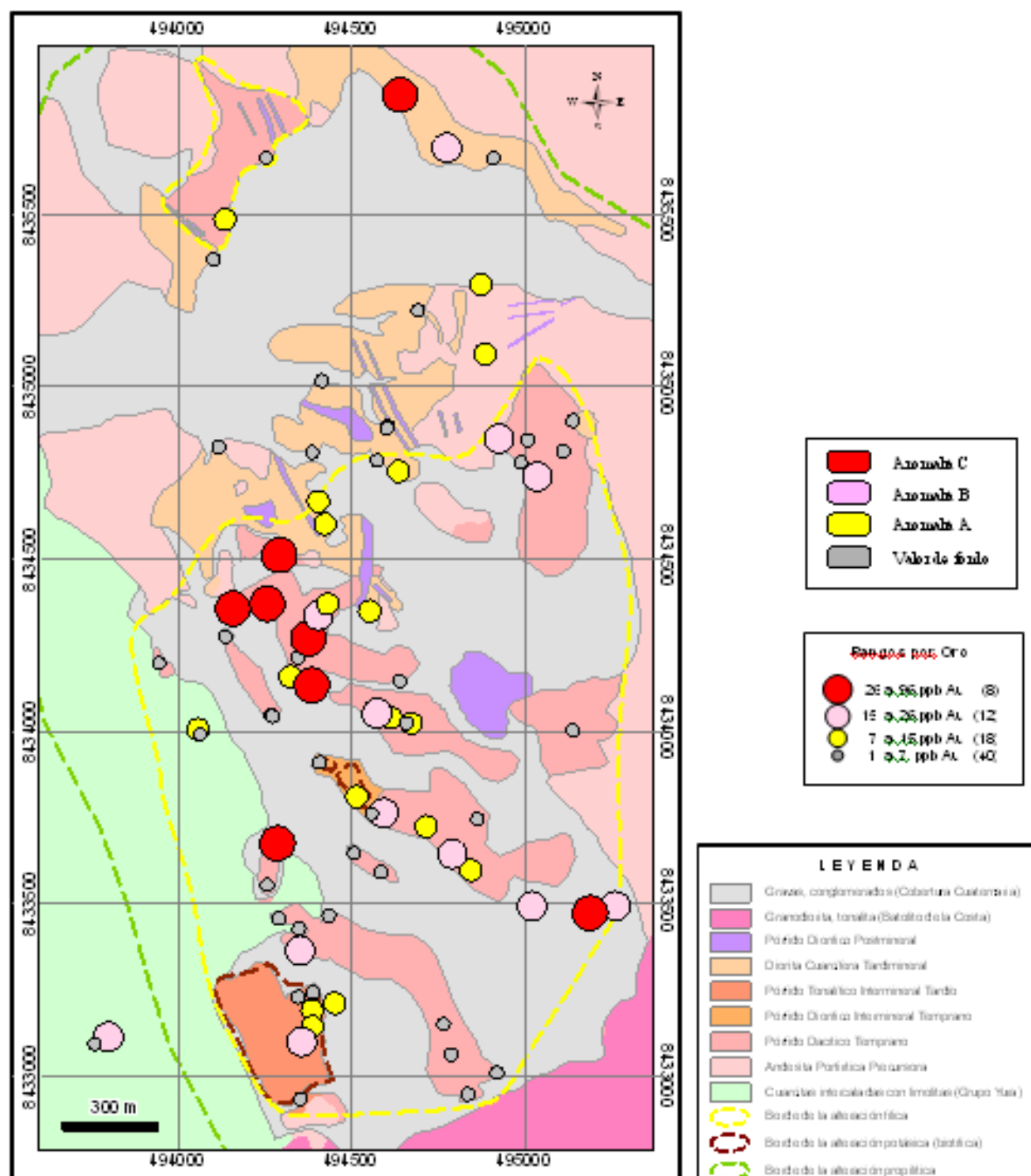


FIGURA 12. Mapa Geoquímico de Oro – Rocas. Muestras Geoquímicas Anómalas. Escala 1:17,000.

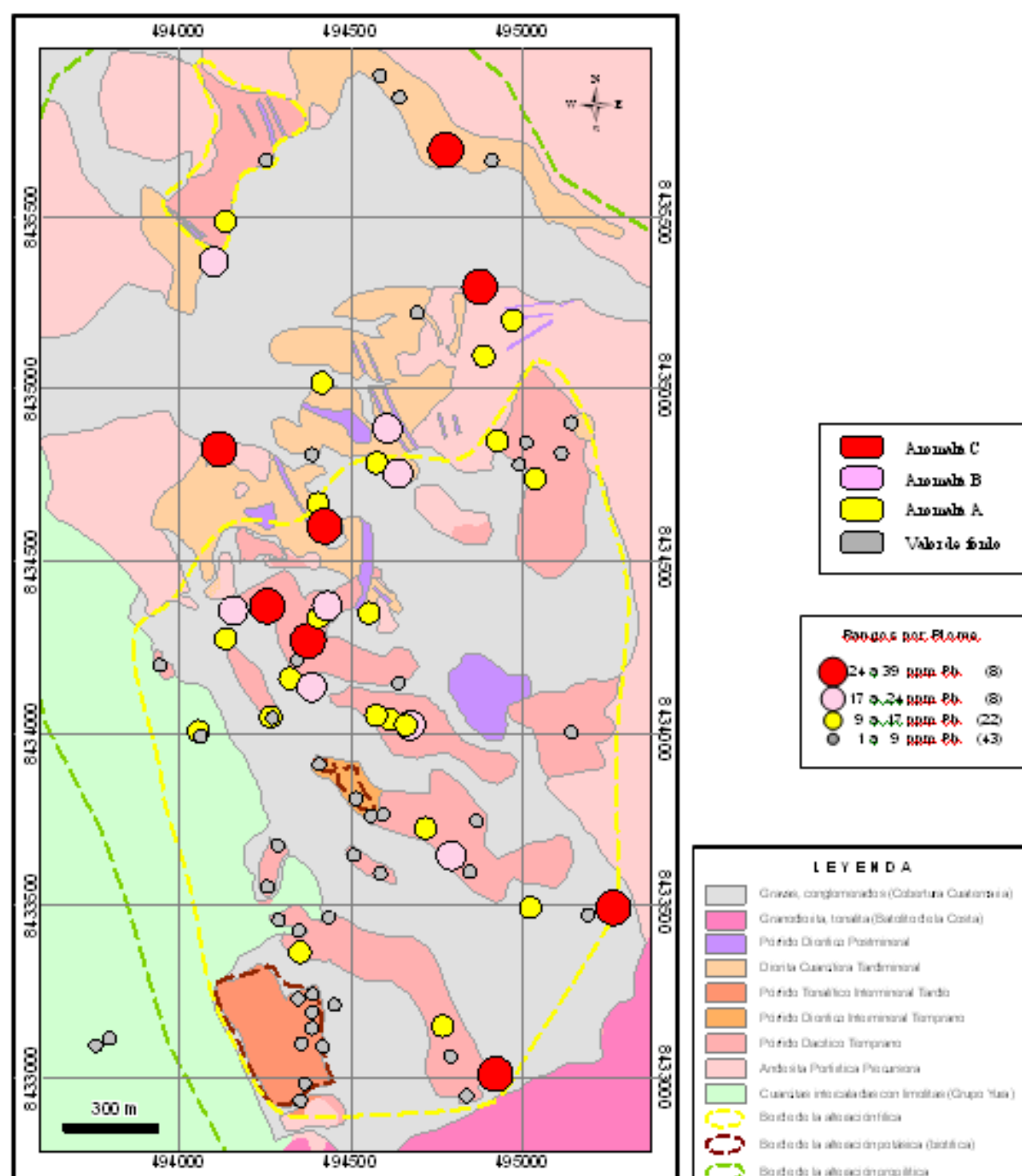


FIGURA 13. Mapa Geoquímico de Plomo – Rocas. Muestras Geoquímicas Anómalas. Escala 1:17,000.

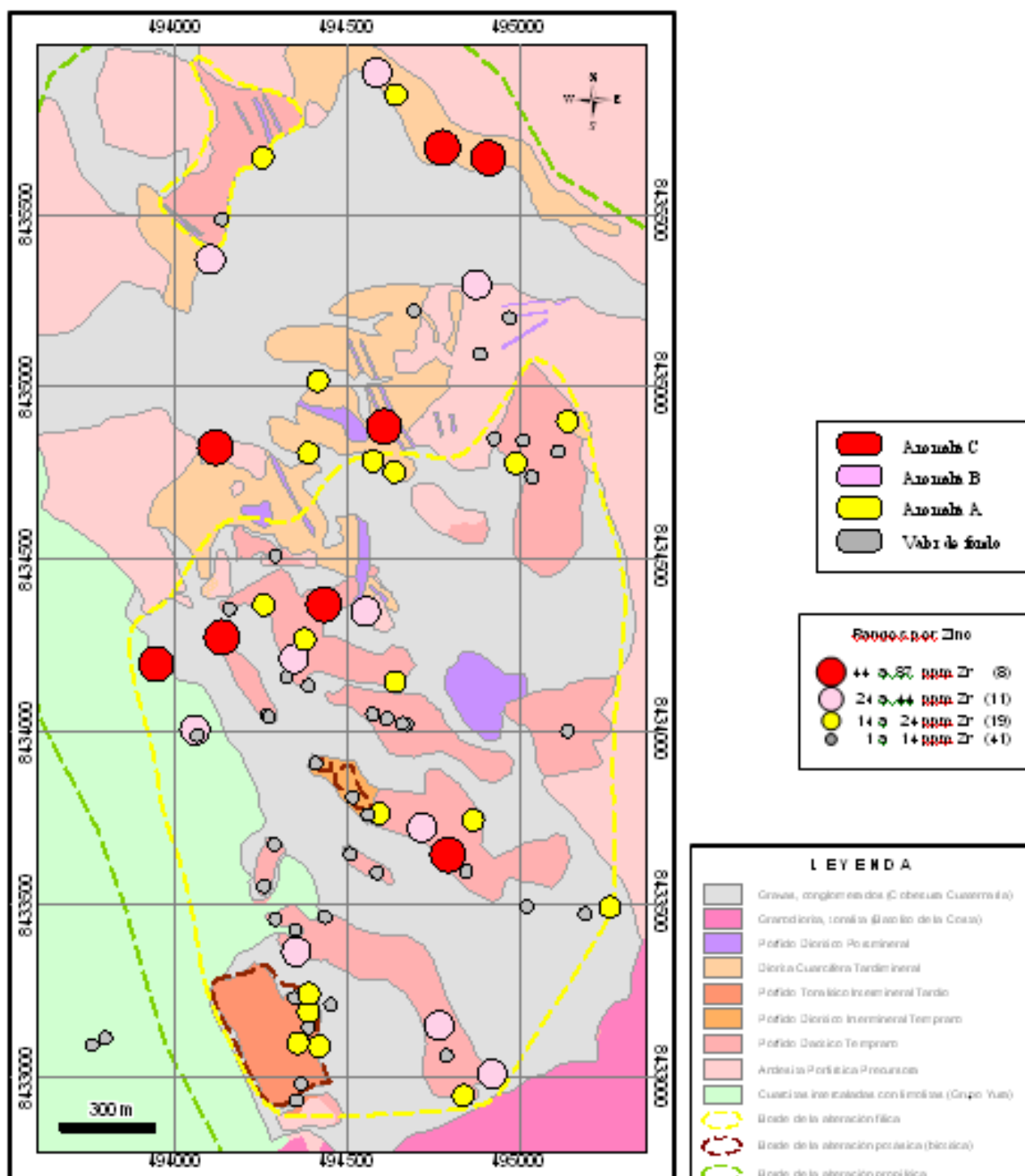


FIGURA 14. Mapa Geoquímico de Zinc – Rocas. Muestras Geoquímicas Anómalas. Escala 1:17,000.

CAPÍTULO VII

EVOLUCIÓN Y EDAD DEL PÓRFIDO PUCACORRAL NORTE

7.1 Evolución Del Sistema Pórfido Pucacorrall Norte.

A partir del estudio realizado, teniendo en cuenta la alteración, mineralización y fallamiento, se establece el siguiente modelo geológico para el sistema del Pórfido Pucacorrall Norte.

Durante el Cretáceo inferior se depositaron las secuencias sedimentarias del Grupo Yura. Posteriormente, durante el Cretáceo inferior – Cretáceo superior, empezó el emplazamiento de los diferentes pulsos intrusivo-hipabisales que conforman el Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte. Se emplazó la Andesita Porfirítica Precursora que constituye la roca caja principal del sistema Pucacorrall Norte, el Pórfido Dacítico Temprano con alteración y mineralización hipógena, al igual que la el Pórfido Diorítico Intermineral Temprano y el Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío. Luego sucedería la etapa hidrotermal principal (alteración fílica) y un posterior emplazamiento de stocks y diques tardíos y postminerales.

A fines del Cretáceo superior, hubo levantamiento de las secuencias sedimentarias durante la primera Fase Orogénica Andina (Fase Peruana de Steinmann). Conjuntamente con esta fase tectónica se tuvo el emplazamiento de grandes porciones del Batolito de la Costa, en forma de pulsaciones que continuaron hasta el Terciario inferior.

Durante el Eoceno hasta el Mioceno-Plioceno, se dieron algunas fases compresivas, de levantamiento y hundimiento, denominadas Fase Inca y Fases Quechuas. En esta época se desarrollan las zonas de lixiviación y enriquecimiento secundario del Sistema Pucacorrall Norte. Durante el Plioceno hasta la actualidad, procesos de erosión han modelado el relieve hasta obtener la vista actual del Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte.

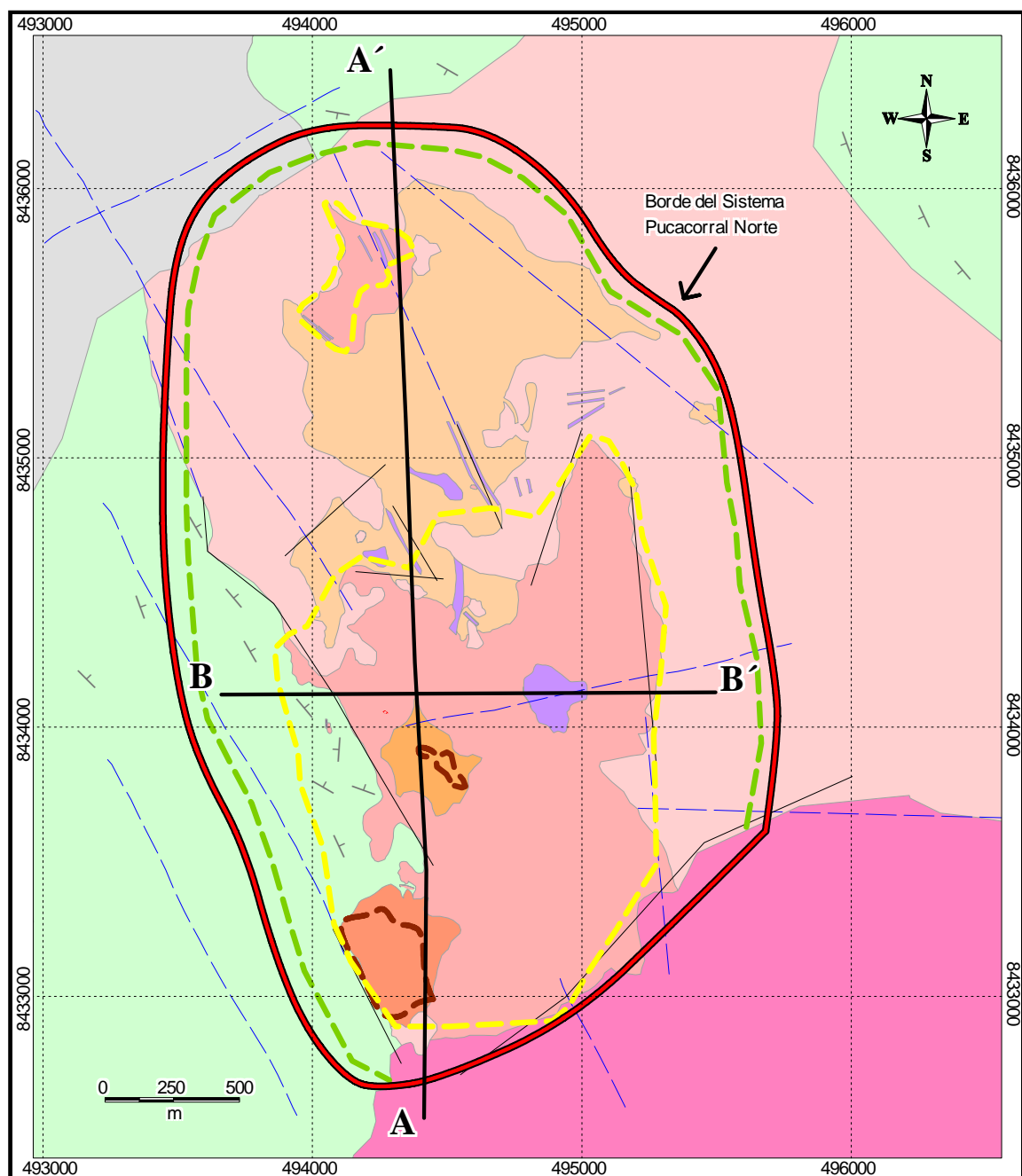
En la sección A – A', con dirección norte-sur, mirando hacia el oeste, se muestra la evolución del sistema del Pórfido Pucacorrall Norte desde la depositación de los sedimentos del Grupo Yura hasta la vista actual del relieve (Fig. 17 – 23).

En la sección B – B', con dirección oeste-este, mirando hacia el norte, se muestra la zona de lixiviación y la posible zona de enriquecimiento secundario (Fig 24).

En la figura 15 se muestran las líneas de sección A – A' y B – B', mientras que la figura 16 muestra la leyenda para las figuras 17 a 24.

7.2 Edad Del Pórfido Pucacorrall Norte.

En el flanco occidental de la cordillera de los andes del sur del Perú entre los 13 y 16° S ha sido reconocida una franja con mineralización tipo pórfido de cobre de edad Cretácea, ésta franja se extiende por 770 km y en ella se han descubierto hasta la fecha 27 prospectos de pórfido de cobre. Diferentes estudios Ar^{40}/Ar^{39} muestran que el estilo de alteración y mineralización tipo pórfido de los sistemas más representativos a lo largo de la franja tuvieron lugar en el Cretáceo (Quang et al., 2005; Rivera, 2007; Moretti, 2008; Silva, 2008). Existen tres subfranjas de acuerdo con su distribución geográfica y sus características geológicas. La primera en el norte, la Subfranja Puquio, esta constituida por depósitos erosionados, que presentan mineralización de óxidos de cobre con leyes económicamente marginales de aproximadamente 0.1% Cu, todos ellos presentan niveles de exploración avanzada (campanas de perforación). La segunda en el centro, la Subfranja Lara, esta conformado por sistemas limitados en tamaño que presentan enriquecimiento secundario inmaduro, de los cuales sólo Lara y Marcahui han sido probados con perforación. La tercera en el sur, la Subfranja Zafranal, es la mas importante en términos económicos con un alto potencial prospectivo y presenta la mayor cantidad de prospectos entre los cuales se encuentra el proyecto Zafranal, que exhibe una zona de enriquecimiento con leyes económicas de cobre (Rivera, Moretti y Baumgartner,



LEYENDA

- Gravas, conglomerados (Cobertura Cuaternaria)
- Granodiorita, tonalita (Batolito de la Costa)
- Pórfido Diorítico Postmineral
- Diorita Cuarzifera Tardimineral
- Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío
- Pórfido Diorítico Intermineral Temprano
- Pórfido Dacítico Temprano
- Andesita Porfírica Precursora
- Cuarzitas intercaladas con limolitas (Grupo Yura)
- Fallas
- Lineamientos
- Azimut y buzamiento
- Borde de alteración filica
- Borde de alteración potásica (biotítica)
- Borde de alteración propilitica

A — A' Línea de sección



		Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Puacacorrall Norte			
		<div>teckcominco</div>			
ESCALA: 1 : 25,000		LÍNEAS DE SECCIÓN			
PROYECTO: Prospecto Puacacorrall Norte					
FIGURA N° 15		DIBUJADO POR: Arturo Moretti Jiménez		GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez	
FECHA: 8 de Enero del 2007		Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo			



FIGURA 16. Leyenda para las figuras 17 a 24.

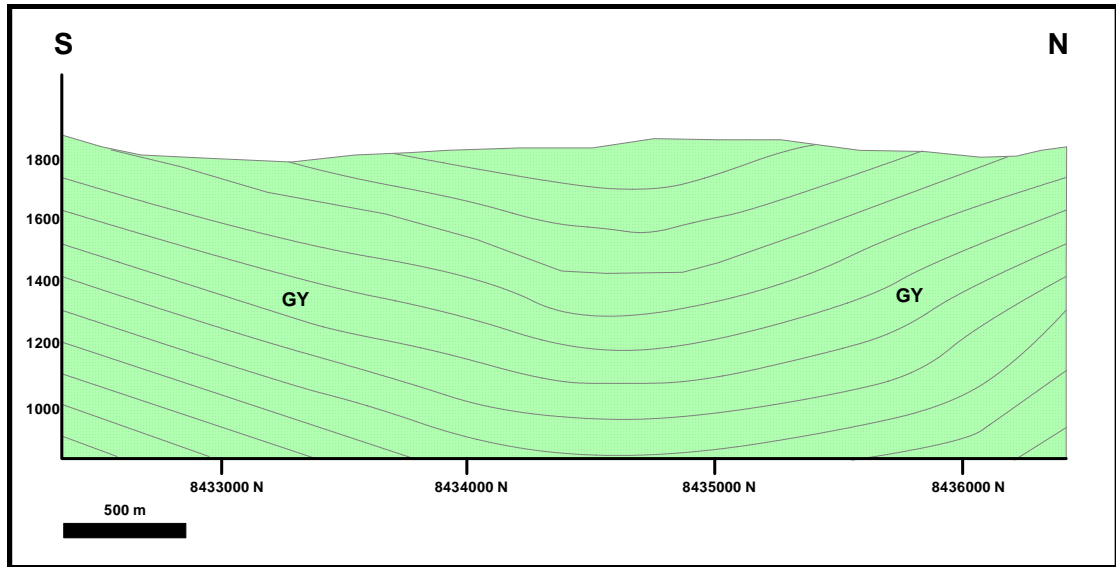


FIGURA 17. Sección A – A'. Depositación de los sedimentos del Grupo Yura (GY). Cretáceo inferior.

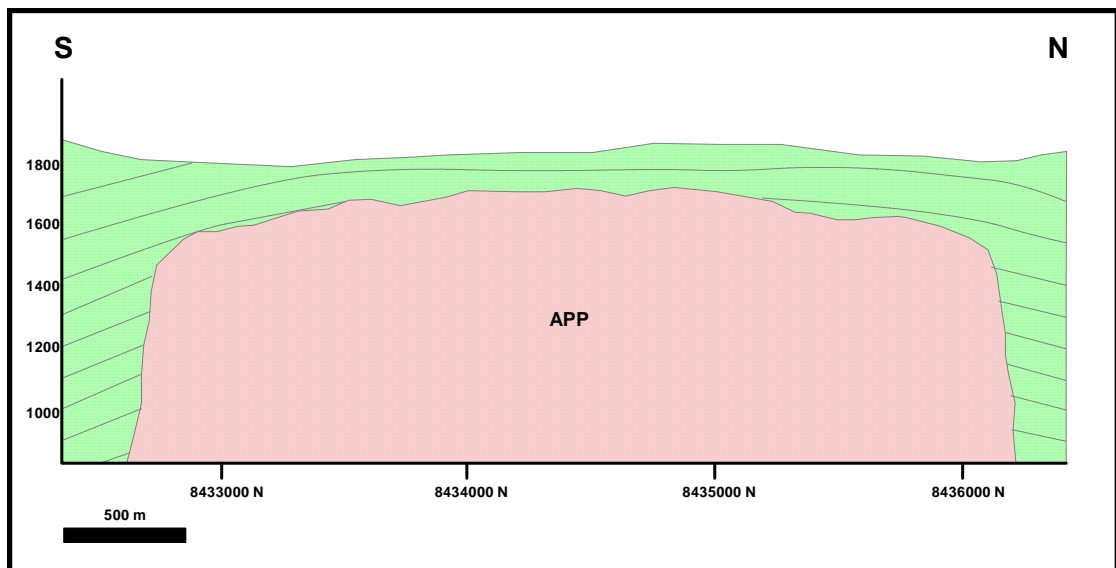


FIGURA 18. Sección A – A'. Emplazamiento de la Andesita Porfírica Precursora (APP) que constituye la roca de caja principal del Sistema Pucacorrall Norte. Cretáceo superior.

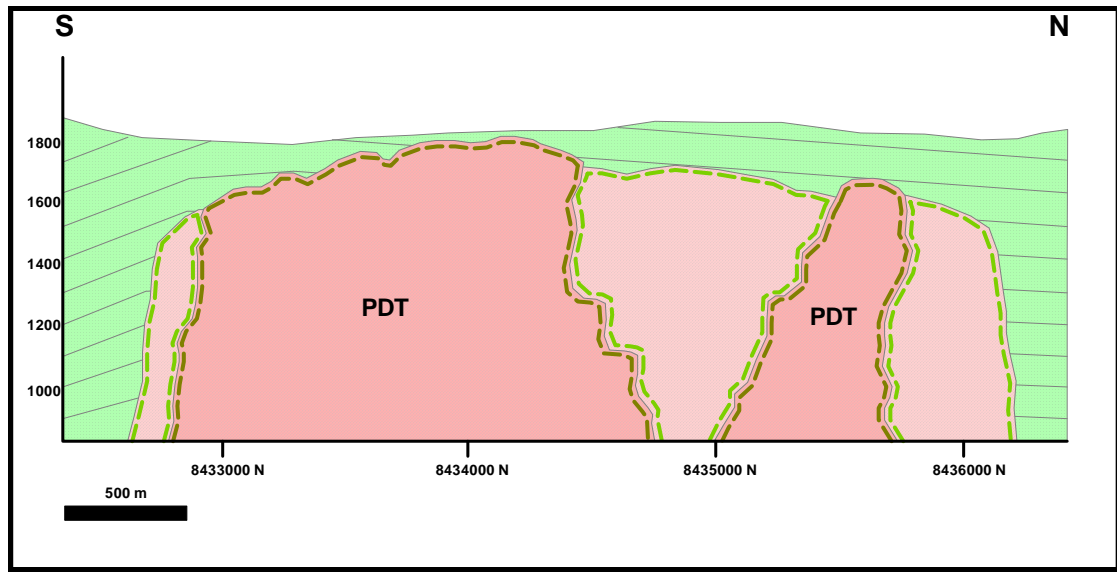


FIGURA 19. Sección A – A'. Emplazamiento del Pórfido Dacítico Temprano (PDT) con alteración y mineralización hipógena. Cretáceo superior.

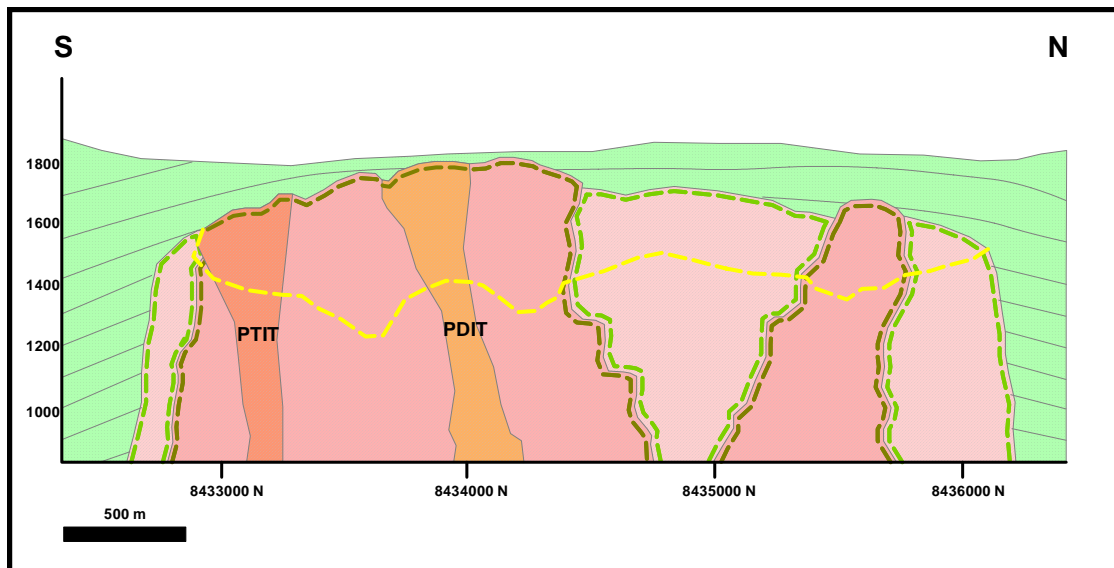


FIGURA 20. Sección A – A'. Emplazamiento del Pórfido Diorítico Intermineral Temprano (PDIT) y del Pórfido Tonalítico Intermineral Tardío (PTIT) con alteración y mineralización hipógena. Etapa Hidrotermal Principal (Alteración Fílica). Cretáceo superior.

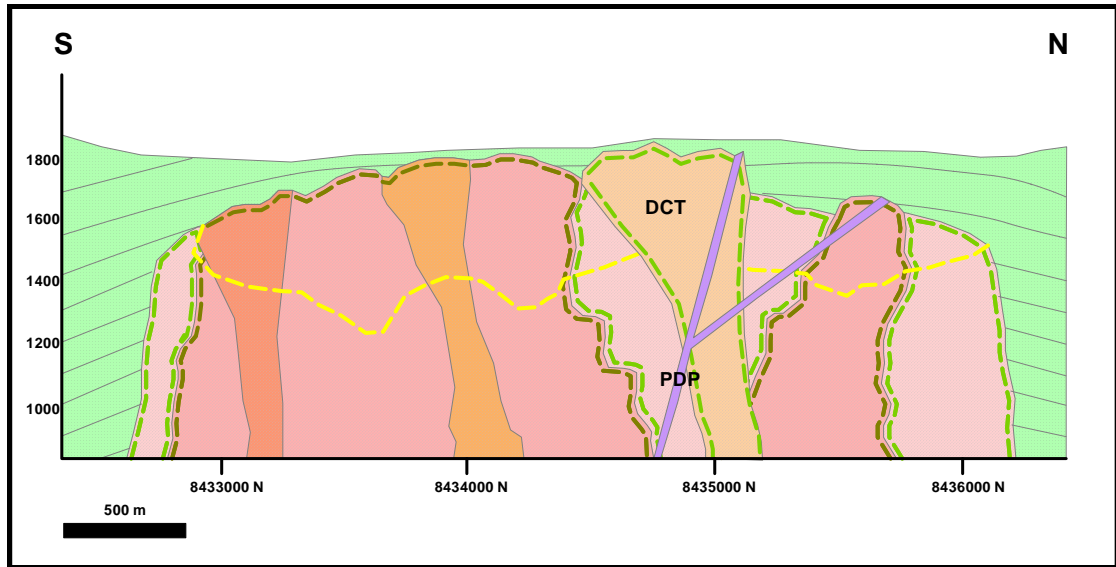


FIGURA 21. Sección A – A'. Emplazamiento de la Diorita Cuarcífera Tardimineral (DCT) y del Pórfido Diorítico Postmineral (PDP) a manera de diques y stocks.

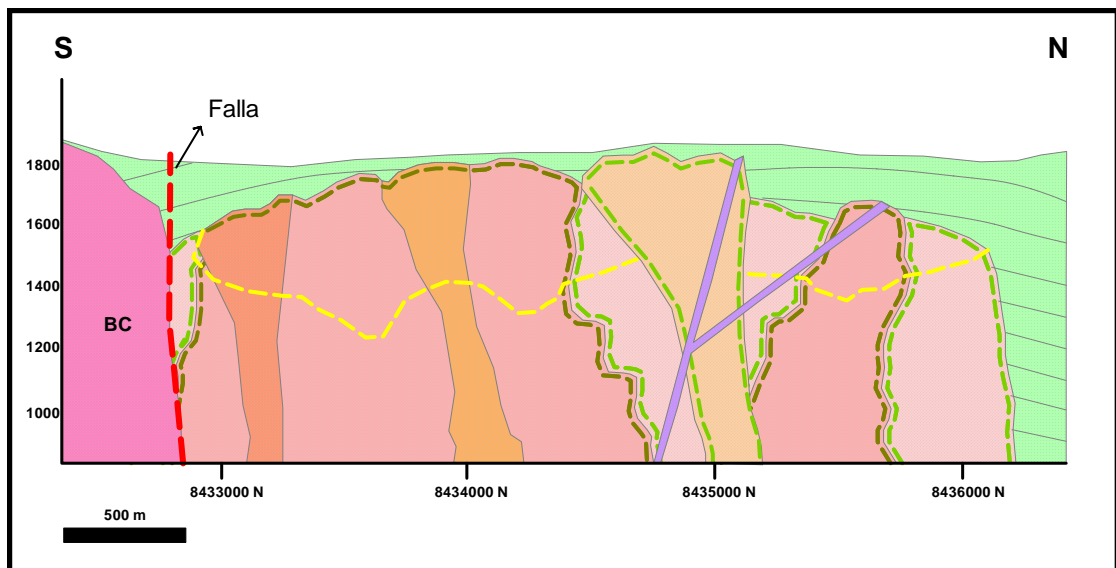


FIGURA 22. Sección A – A'. Tectónica Peruana. Emplazamiento del Batolito de la Costa. Cretáceo superior.

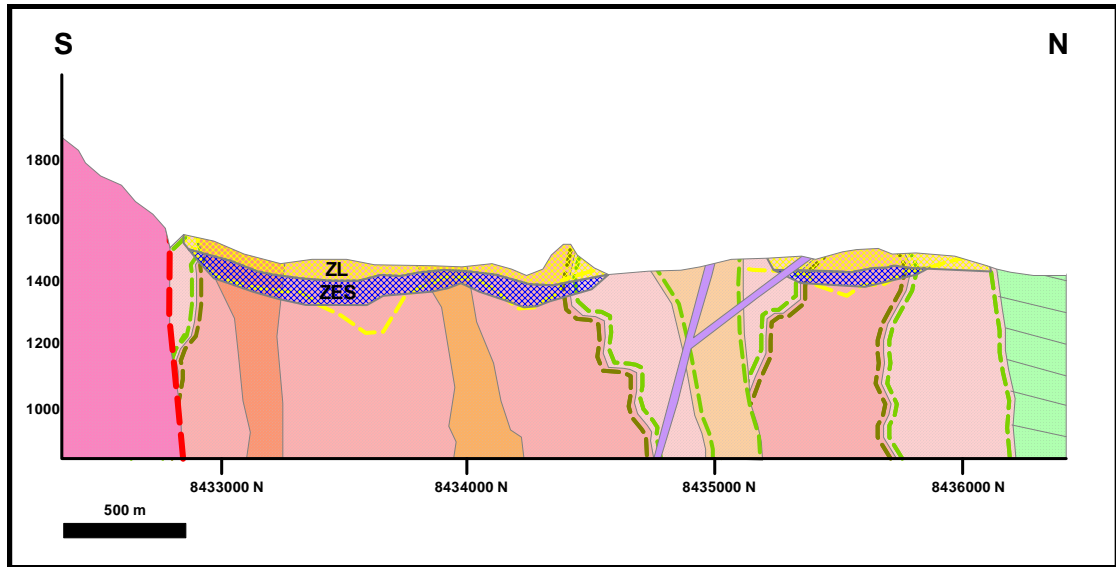


FIGURA 23. Sección A – A'. Levantamiento y erosión. Formación de la Zona de Lixiviación (ZL) y de la Zona de Enriquecimiento Secundario (ZES).
Vista actual del Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte.
Terciario inferior – Reciente.

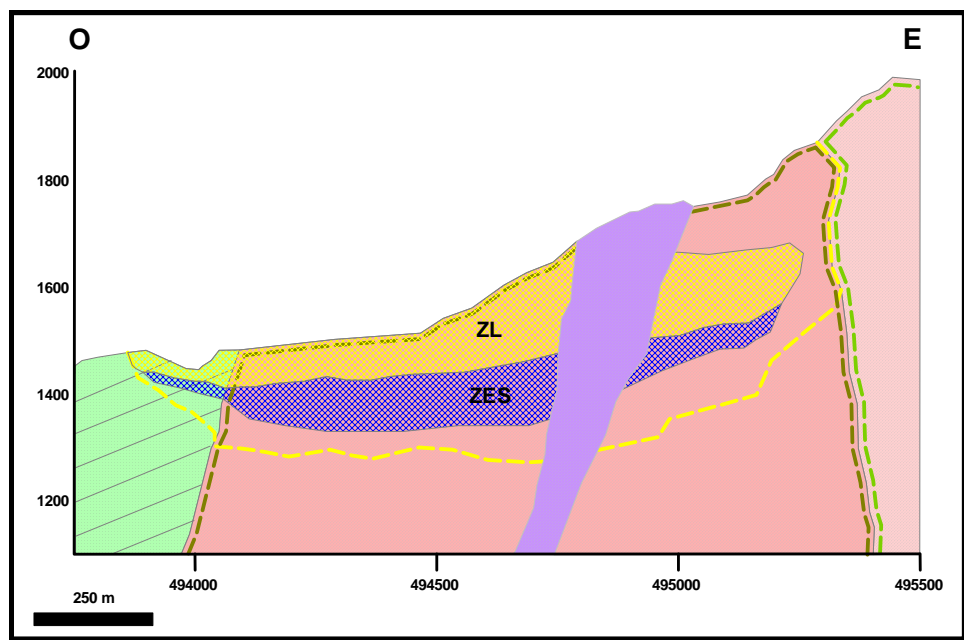


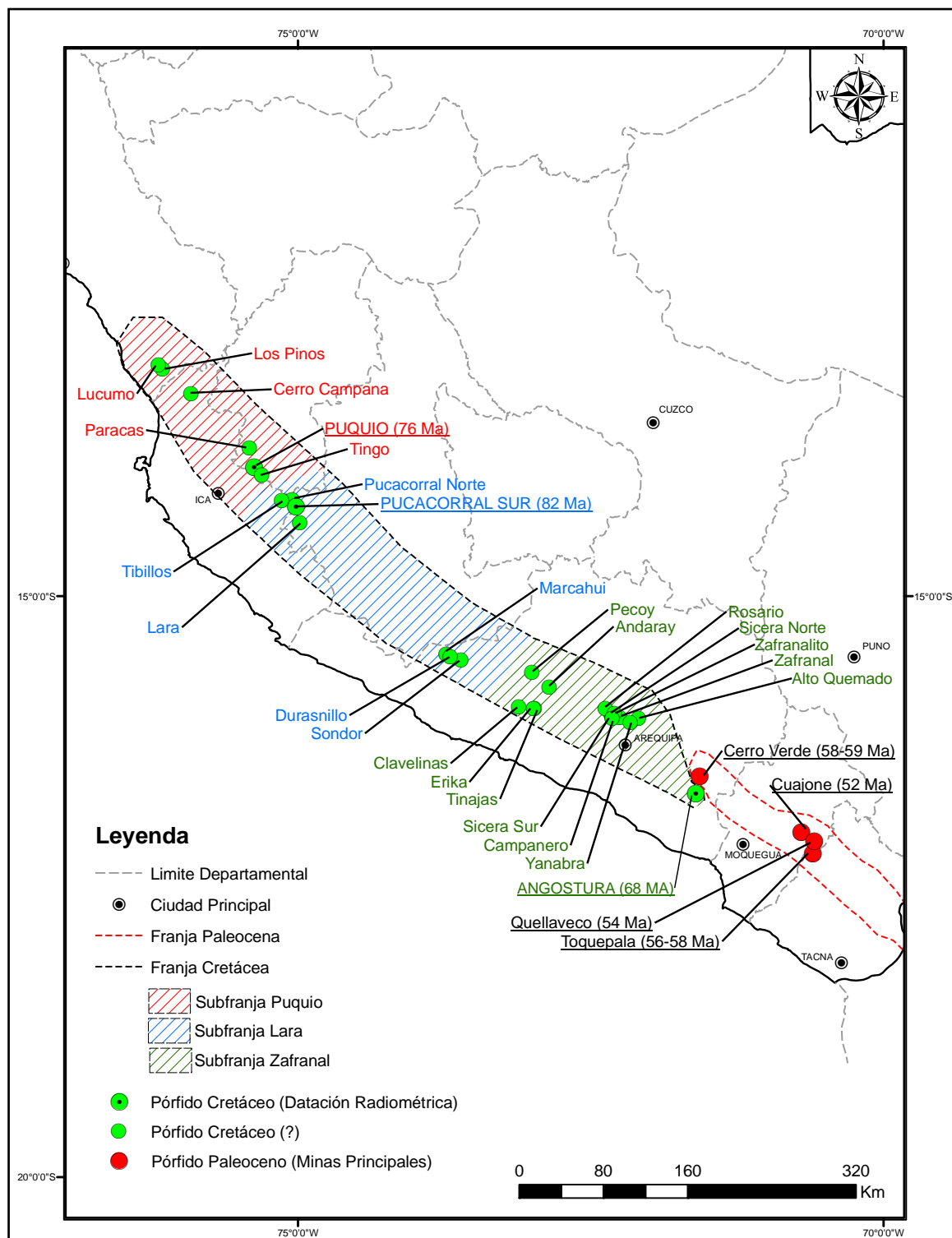
FIGURA 24. Sección B – B'. Perfil mirando al norte. Vista actual del Sistema Porfirítico Pucacorrall Norte mostrando la zona de lixiviación (ZL) y la posible zona de enriquecimiento secundario (ZES).



2008). Según el marco regional y las características del sistema, el Pórfido Pucacorrall Norte podría ser de edad Cretácea (Figura 25).

Una muestra de mano perteneciente al Pórfido Dacítico Temprano con alteración fílica intensa, que mostraba como mineral principal de alteración a la sericita, fue datada por el método $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{39}$, datando la sericita hidrotermal. Esta datación se realizó en el Laboratorio Geocronológico Argón de Investigación Geoquímica e Isotópica del Centro Pacífico de la Universidad British Columbia en Vancouver, Canadá.

Tres análisis fueron llevados a cabo a la muestra, obteniendo similares espectros “*up-stepping*”. Cada nivel estuvo alrededor de los 135 y 125 M.a. pero ninguno satisfizo el criterio para una edad de “*plateau*”. Mientras que en un espectro representativo se obtuvo un isocrono pobremente reducido (sólo tres puntos), lo cual pudo ser causado por “*steps*” de baja temperatura, obteniendo una edad de correlación de 112 ± 1.4 M.a. A pesar de no haber obtenido lecturas claras, la mejor lectura de las realizadas en la muestra datada nos retorna una edad de 112 ± 1.4 M.a. (Apéndice III). Dicha edad ubica al sistema de Pórfido Pucacorrall Norte dentro de la franja tentativamente Cretácea de Pórfidos del Sur del Perú al igual que los pórfidos de Los Pinos-Puquio-Lara-Pecoy

La edad de retorno de la datación del sistema podría no ser exacta debido a las lecturas disturbadas obtenidas de la muestra enviada a datar, por lo cual se necesitarían más dataciones para confirmar la edad del sistema.



 Caracterización Genética del Sistema Pórfido de Cu Pucacorrall Norte			
ESCALA: 1 : 6'000,000		FRANJA CRETÁCEA DE PÓRFIDOS DE Cu DEL SUR DEL PERÚ	
PROYECTO: Prospectorio Pucacorrall Norte		DIBUJADO POR: Ing. Fernando Rivera C.	
FIGURA Nº 25		GEÓLOGO: Arturo Moretti Jiménez	
FECHA: 8 de Enero del 2007		Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo	

CAPÍTULO VIII
POTENCIAL DEL SISTEMA Y PROGRAMA DE
EXPLORACIÓN PROPUESTO

8.1 Potencial Del Sistema.

El sistema Pucacorral Norte presenta una extensión de alteración de 3.3 x 2.1 km., siendo 1.7 x 1.3 km el área que comprende la alteración cuarzo-sericita, la cual además está asociada al área de lixiviación. Aunque las condiciones geológicas indican que en general sólo parte de la pirita existente fue lixiviada, es posible que en el sector central y central sur del sistema, se haya generado una zona con enriquecimiento secundario debido a la relativamente mayor lixiviación (“leached capping” jarosítico existente) y alteración identificadas en dicha zona. Esta zona de enriquecimiento secundario, tiene el potencial de albergar mineralización económica de cobre. Además, la relativamente somera (50 m) cobertura aluvial que cubre la mayor parte de la alteración (aprox. 50% del área) podría estar ocultando zonas con eventualmente mejor potencial que las actualmente conocidas (W. Tejada; 2005).

8.2 Programa De Exploración Propuesto.

Con el fin de comprobar la presencia de Cu primario y luego identificar las dimensiones del cuerpo mineralizado en profundidad, se recomienda realizar un programa de geofísica, siendo el IP la mejor opción para las características del área y de la geología.

Teniendo en cuenta toda la información geológica y geoquímica generada tanto en campo como en gabinete, se ha propuesto la ubicación de nueve pozos de perforación. Cinco de estos pozos son de primera prioridad y se han propuesto a fin de definir el potencial económico para probar posible mineralización de Cu secundario y primario de la zona central y central sur que presentan alteración cuarzo-sericita y moderada a fuerte lixiviación (pozos PCN-01 al 05). Mientras que cuatro pozos son de segunda prioridad y han sido propuestos para probar la extensión de la posible mineralización

en los bordes del sistema con alteración cuarzo-sericita y débil a moderada lixiviación (pozos PCN-06 al 09) (Ver fig. 26).

La ubicación de los pozos propuestos de perforación se muestra en la figura 26, mientras que en la tabla 2 se encuentra la ubicación detallada.

Tabla 2. Ubicación de Pozos Propuestos para el Prospecto Pucacorrall Norte.

Pozo ID	Este	Norte	Elev (m)	Az (°)	Dip (°)	Longitud (m)
PCN-01	494200	8434230	1475	0	-90	300
PCN-02	494650	8434230	1629	0	-90	300
PCN-03	494480	8433860	1554	0	-90	300
PCN-04	494675	8433500	1670	0	-90	300
PCN-05	494350	8433200	1675	0	-90	300
PCN-06	494170	8435650	1471	0	-90	250
PCN-07	495000	8434600	1676	0	-90	250
PCN-08	495000	8433800	1784	0	-90	250
PCN-09	495000	8433200	1809	0	-90	250



 Centro de Estudios Científicos del Sistema Nórdico de Cooperación Norte 	
	
ESCALA: 1 : 25,000	POZOS PROPUESTOS DE PERFORACION
PROYECTO: Proyecto Aumento de la Producción	
FIGURA N° 28	GEOLÓGICO: Asunción Jiménez GEOLÓGICO: Asunción Jiménez
FECHA: 10 de Enero del 2007	Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo

CONCLUSIONES

El prospecto Pucacorrall Norte es un sistema tipo pórfido de cobre, piritoso. Presenta una zona de alteración de 3.3 x 2.1 km, está parcialmente lixiviado y es de probable moderada a baja ley, tanto en cobre primario como en secundario.

La zona principal de prospección del sistema se encuentra en su parte central y central sur. Dicha zona comprende también las zonas cubiertas por gravas que son de gran extensión y de poco espesor, las cuales podrían ocultar zonas con mejor mineralización a las expuestas en superficie.

Aunque las condiciones geológicas indican que en general sólo parte de la piritita existente fue lixiviada, es posible que en el sector sur del sistema, se haya generado una zona con enriquecimiento secundario debido a la relativamente mayor lixiviación (“leached capping” jarosítico existente) y alteración identificadas en dicha zona. Esta zona de enriquecimiento secundario tiene el potencial de albergar mineralización económica de cobre.

El Batolito de la Costa no se encuentra afectado por la alteración hidrotermal del Sistema Pucacorrall Norte y están en contacto por una falla de rumbo SO-NE. Estas relaciones de campo entre el Batolito y el sistema nos estarían indicando que el Pórfido Pucacorrall Norte sería anterior a la intrusión del stock granodiorítico-tonalítico perteneciente a la Superunidad Incahuasi del Batolito de la Costa

El Pórfido Pucacorrall Norte, según el marco regional y las características del sistema podría ser de edad Cretáceo superior. Dicha edad ubica al sistema de Pórfido Pucacorrall Norte dentro de la franja cretácica de Pórfidos del Sur del Perú al igual que los pórfidos de Los Pinos-Puquio-Lara-Pecoy.

RECOMENDACIONES

Con el fin de identificar las dimensiones del cuerpo en profundidad, se recomienda realizar un programa de geofísica, siendo el IP la mejor opción para las características del área y de la geología.

A fin de definir el potencial económico del sistema de Pórfido Pucacorrall Norte se recomienda ejecutar un programa de perforación en la parte central y en las zonas cubiertas adyacentes al sur, para probar posible mineralización de Cu secundario y primario.

La edad de retorno de la datación del sistema podría no ser representativa, por lo cual se recomienda realizar más dataciones para confirmar la edad del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Argon Geochronology Laboratory, Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research, Earth & Ocean Sciences, University of British Columbia, (2006). Report on $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{39}$ Geochronological Analyses for Teck Cominco Limited. Págs. 1, 8 - 9.
- Breña, G., (1997). Cuencas de la Costa Sur. Capítulo 2.2. Hidrogeología.
- Camus I., F., (2003). Geología de los Sistemas Porfíricos de los Andes de Chile. Págs. 33 – 50, 57 – 61, 81 – 127.
- Chacón, N., Rodríguez, E., Ortiz, G., Gonzáles, E., (1972). Informe de la Prospección Geoquímica del Proyecto Faja de Cobre – Sector Sur (Pisco – Chaparra). Ministerio de Energía y Minas. Vol I-II.
- Chan X. Quang, Alan H. Clark and James K. W. Lee., (2005). Response of Supergene Processes to Episodic Cenozoic Uplift, Pediment Erosion, and Ignimbrite Eruption in the Porphyry Copper Province of Southern Peru: Economic Geology, v. 100, p. 87-114.
- Cobbing E. J., Taylor W. P., (1977). Segments and Super Units in the Coastal Batholith of Peru, Journ. Geol. 85, p. 625-631.
- Fernández Dávila, M., (1993). Boletín No. 47. Geología de los Cuadrángulos de Pisco, Guadalupe, Punta Grande, Ica y Córdova. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Págs. 6 – 52, 56 – 57.
- Gagliuffi E., P., (2006). Estudio Microscópico de Siete (07) Muestras de Rocas Alteradas, sobre Siete (07) Secciones Delgadas. Págs. 1 – 20.

- Gustafson, L., Hunt, J., (1975). The Porphyry Copper Deposit at El Salvador, Chile. Bulletin of the Society of Economic Geologist.
- Levinson, A., Brundin, N., Boyle, R., (1972). Geochemistry in Exploration of Hydrothermal Ore Deposits. Department of Geology, University of Calgary, Alberta, Canada.
- Lowell, J., Guilbert J., (1970). Lateral and Vertical Alteration-Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits. Economic Geology Vol. 65, N. 4, p 373-408.
- Moore, N. D., Agar, R. A., (1985). The Linga super unit high K diorites of the Arequipa segment. Ney York. John Wiley.
- Montoya, M., Moretti, A., (2004). Summary Report on the Paleocene Porphyry Copper Belt 2003-2004 Generative Program. Teck Cominco Perú S.A. (Informe Interno de Teck Cominco Perú S.A.). Págs. i-iii, 1, 9-11, 41.
- Montoya, M., (2005). Revisión de las propiedades Pucacorrall Norte y Pucacorrall Sur. (Informe Interno de Teck Cominco Perú S.A.).
- Palacios, O., Sanchez, A., Herrera, F., (1995). Boletín No. 55, Serie A: Carta Geológica Nacional. Geología del Perú. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Págs. 15 – 43.
- Paz, M., Cossío, M., (2002). Boletín No. 11, Serie B: Geología Económica. Estudio de los recursos Minerales del Perú Franja No. 2. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Págs. 23 – 30, 39 – 45.

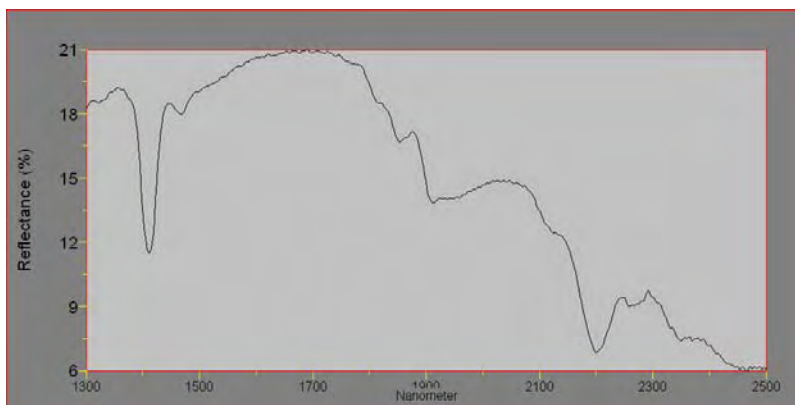
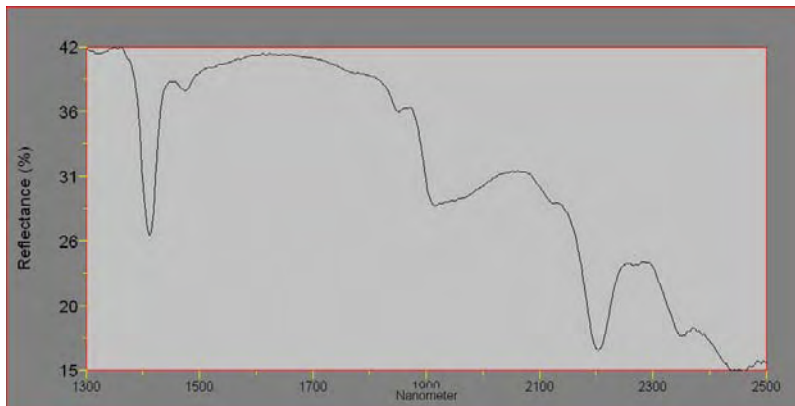
- Rivera, F., Moretti, A., Baumgartner, R., (2008). La Franja Cretácea de Pórfidos de Cobre en el Sur del Perú. Congreso de Geología 2008. Investigación no publicada.
- Rivera, F., (2007). Caracterización Genética y Potencial Económico del Prospecto Pórfido de Cu-Mo Puquio: Tesis para Título Profesional de Ingeniero Geólogo, Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, p. 51-112.
- Sillitoe, R., (1987). Epochs of Intrusion-Related Copper Mineralization in the Andes.
- Sillitoe, R., (1989). Gold deposits in Western Pacific island arcs: the magmatic connection. *Economic Geology*, Monograph, N. 6, p. 274-291.
- Sillitoe, R. and Perelló J., (2005). Andean Copper Province: Tectonomagmatic Settings, Deposit Types, Metallogeny, Exploration, and Discovery: *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 845-890.
- Silva, E., (2008). Sistema Porfirítico Pucacorrall Sur – Características Geológicas y Potencial Económico: Tesis para Título Profesional de Ingeniero Geólogo, Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, p. 27-28. Tesis no publicada.
- Steinmann, G., (1929). *Geologie von Peru*. Carl Winters Universitäts Buchhandlung. Heidelberg. 448 pp.
- Tejada, W., (2005). Revisión de la propiedad Pucacorrall Norte. (Informe Interno de Teck Cominco Perú S.A.).

APÉNDICE I

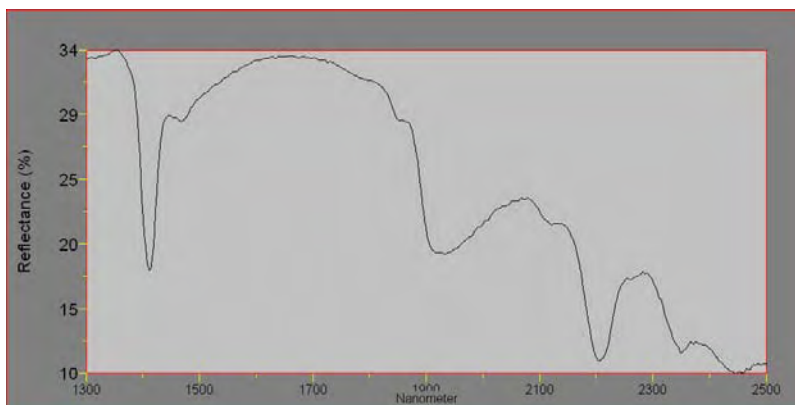
APÉNDICE I. Lecturas de PIMA.

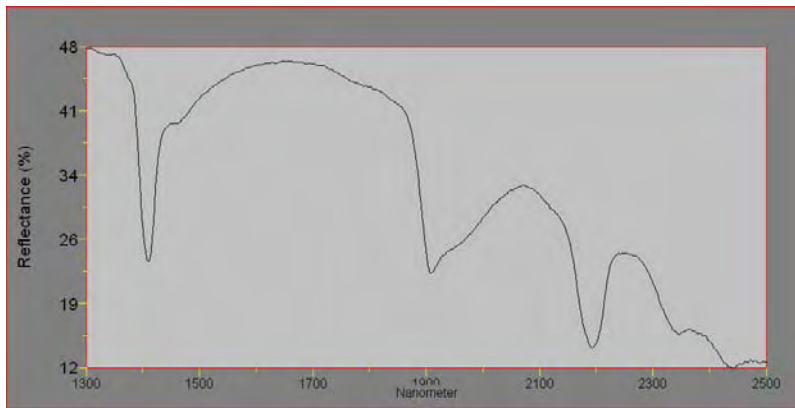
A continuación se presenta algunas lecturas de PIMA de muestras obtenidas de la zona de alteración fílica para determinar los minerales componentes de dicha alteración hidrotermal:

- **Sericita:**

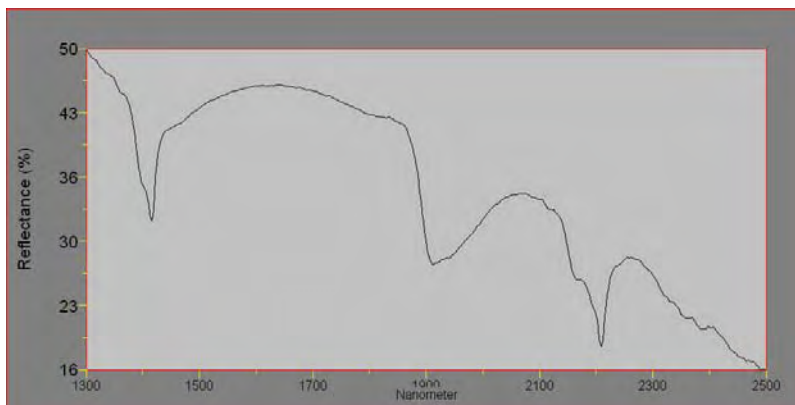
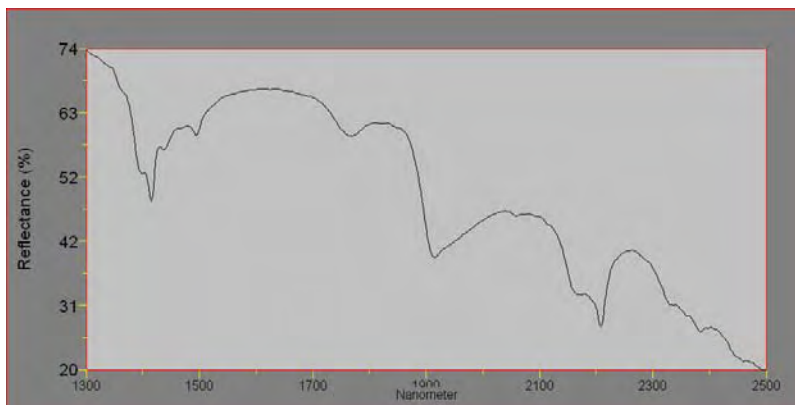
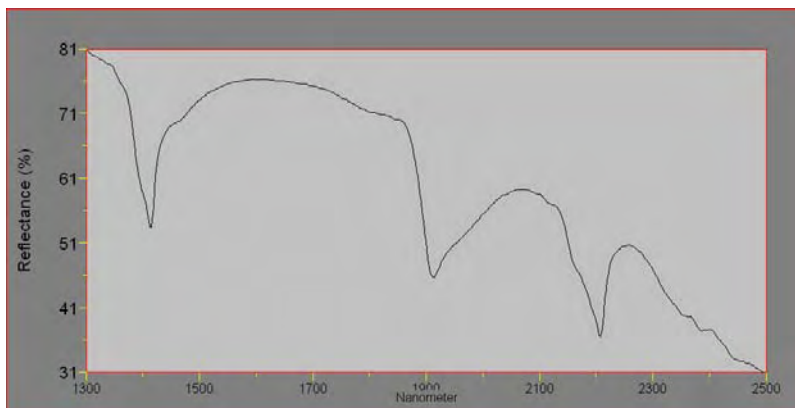


- **Sericita - caolinita:**

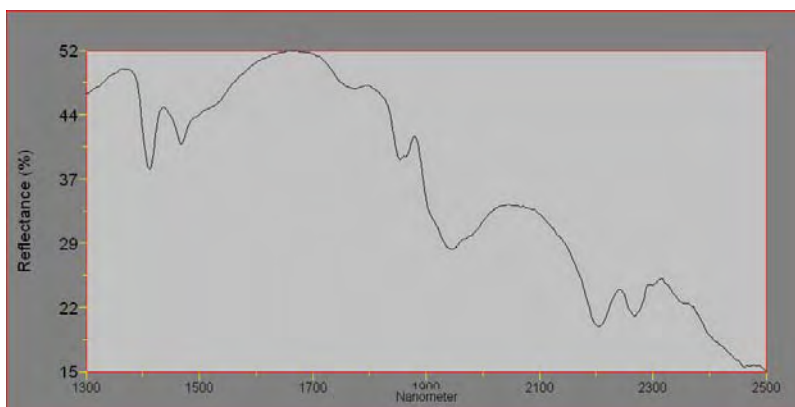
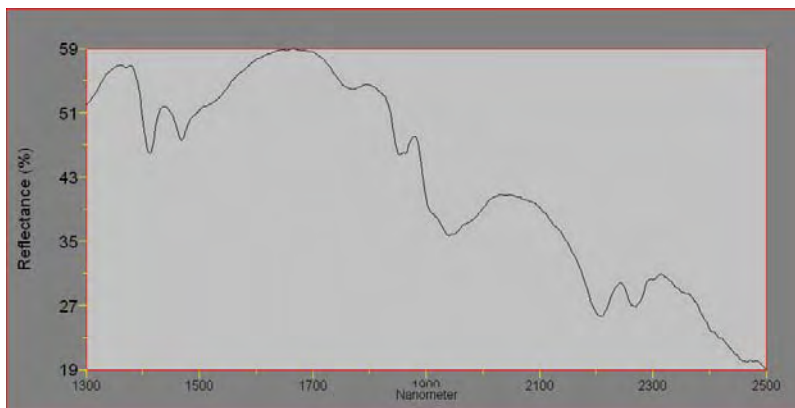




- **Caolinita:**



- **Alunita:**



APÉNDICE II



APÉNDICE II.A. Muestras Geoquímicas del Prospector Pucacorr Norte.



NÚMERO DE MUESTRA	UBICACIÓN	Cu ppm	Mo ppm	Au ppb	Ag ppm	Zn ppm	Pb ppm	Al %	As ppm	B ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Fe %	Hg ppm	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Sb ppm	Sc ppm	Sr ppm	Ti %	Ti ppm	V ppm	W ppm
72644	Pucacorr Norte	22	7	23	0.1	14	27	1.68	14	10	70	1	0.12	0.25	3	21	7.77	0.5	0.11	10	0.14	15	0.23	2	570	1	8	266	0.03	5	95	5
72645	Pucacorr Norte	17	4	27	0.1	11	8	1.26	9	5	130	2	0.34	0.25	3	28	5.18	0.5	0.29	10	0.45	104	0.14	1	240	2	3	49	0.03	5	42	5
72646	Pucacorr Norte	39	7	24	0.1	2	9	0.59	32	5	80	1	0.09	0.25	2	15	5.74	0.5	0.35	10	0.07	10	0.12	0.5	300	2	2	55	0.01	5	69	5
72647	Pucacorr Norte	49	2	8	0.1	8	1	2.3	5	5	40	1	0.25	0.25	2	23	5.49	1	0.16	10	0.51	72	0.13	5	350	2	8	147	0.02	5	116	5
72650	Pucacorr Norte	17	3	5	0.1	3	3	0.75	1	5	20	1	0.06	0.25	1	35	2.96	0.5	0.12	10	0.28	23	0.11	2	190	1	1	49	0.01	5	13	5
74501	Pucacorr Norte	47	5	13	0.2	42	27	2.14	56	5	30	1	0.18	0.7	18	6	11.8	0.5	0.09	10	0.46	335	0.18	1	1120	1	7	76	0.01	5	118	5
74516	Pucacorr Norte	66	8	22	0.1	11	4	1.58	12	5	50	1	0.18	0.25	20	29	2.89	0.5	0.21	10	0.21	142	0.08	15	340	2	2	75	0.01	5	28	5
74517	Pucacorr Norte	43	2	5	0.1	6	4	0.43	50	5	40	1	0.09	0.25	1	34	2.66	0.5	0.16	30	0.03	22	0.02	4	350	2	1	27	0.01	5	6	5
74526	Pucacorr Norte	10	16	7	0.1	1	1	0.37	3	5	80	1	0.07	0.25	0.5	39	1.91	0.5	0.32	5	0.03	10	0.07	0.5	350	1	1	73	0.01	5	11	5
74527	Pucacorr Norte	756	5	155	0.1	16	3	2.1	1	10	20	1	1.02	0.25	16	58	2.77	0.5	0.09	10	1.34	226	0.14	8	530	1	6	52	0.09	5	75	5
74528	Pucacorr Norte	205	10	359	0.1	3	1	0.66	152	5	30	6	1.12	0.25	14	31	15	0.5	0.31	20	0.12	24	0.26	1	530	2	5	107	0.01	5	146	170
74529	Pucacorr Norte	225	2	6	0.1	6	2	1.22	1	5	20	1	0.33	0.25	3	24	0.91	0.5	0.12	5	0.45	58	0.11	5	270	1	2	59	0.01	5	21	5
74530	Pucacorr Norte	33	4	31	0.1	1	3	2.42	5	5	10	1	0.45	0.25	1	22	2.47	1	0.14	10	0.15	12	0.49	3	220	1	2	78	0.01	5	20	5
74531	Pucacorr Norte	112	4	11	0.1	7	4	3.32	4	5	60	1	0.23	0.25	7	13	5.92	0.5	0.08	20	0.67	80	0.36	3	770	2	9	405	0.01	5	88	5
74532	Pucacorr Norte	3	2	8	0.1	1	11	0.29	5	10	40	1	0.07	0.25	0.5	38	4.7	0.5	0.23	5	0.02	5	0.3	1	540	2	1	118	0.02	5	16	5
74533	Pucacorr Norte	316	5	55	0.1	13	22	2.34	30	5	30	1	0.33	0.25	4	22	4.19	0.5	0.1	20	0.79	84	0.36	3	390	2	15	134	0.02	5	119	5
74534	Pucacorr Norte	243	2	14	0.1	10	11	2.26	1	5	40	1	0.37	0.25	5	24	8	0.5	0.13	10	0.67	127	0.38	5	410	3	6	96	0.03	5	65	5
74535	Pucacorr Norte	225	2	10	0.1	11	18	2.76	12	5	20	1	0.74	0.25	7	12	4.18	1	0.11	10	0.55	156	0.27	7	320	3	5	134	0.04	5	67	5
74536	Pucacorr Norte	221	1	17	0.1	6	9	1.84	2	5	20	11	0.34	0.25	2	13	4.7	0.5	0.11	10	0.28	41	0.28	1	340	1	4	114	0.02	5	94	5
74537	Pucacorr Norte	84	1	6	0.1	25	5	4.78	5	10	10	1	4.18	0.25	8	18	6.86	0.5	0.03	5	0.47	116	0.48	4	650	3	13	190	0.07	5	168	5
74538	Pucacorr Norte	185	1	10	0.1	25	14	2.26	6	5	100	1	1.01	0.25	4	23	3.37	0.5	0.06	10	0.43	93	0.07	4	270	1	7	112	0.06	5	78	5
74539	Pucacorr Norte	37	3	45	0.1	14	30	1.06	28	5	50	3	0.93	0.25	3	28	5.01	0.5	0.2	10	0.19	44	0.48	1	250	2	4	64	0.05	5	61	5
74540	Pucacorr Norte	78	2	15	0.1	239	13	5.74	12	5	30	1	3.5	0.25	45	30	5.13	0.5	0.03	5	2.18	715	0.53	12	820	1	8	214	0.11	5	128	5
74541	Pucacorr Norte	23	1	13	0.1	87	20	1.6	31	5	90	2	0.82	0.25	8	45	5.17	0.5	0.15	10	0.21	90	0.29	6	360	1	5	53	0.03	5	76	5
74542	Pucacorr Norte	167	11	84	0.1	16	30	1.81	32	10	20	1	2.37	0.25	1	14	5.48	0.5	0.21	10	0.1	30	0.61	0.5	420	2	5	112	0.03	5	72	5
74543	Pucacorr Norte	20	9	59	0.1	4	19	0.16	34	20	10	1	6.04	0.25	4	93	4.95	0.5	0.14	5	0.07	24	0.07	1	300	2	1	50	0.01	5	16	160
74544	Pucacorr Norte	327	6	17	0.1	33	9	5.3	1	5	30	1	0.94	0.25	109	13	6.42	0.5	0.13	10	1.34	470	0.13	23	930	2	14	93	0.14	5	146	5
74545	Pucacorr Norte	407	1	8	0.1	17	2	4.19	1	5	10	1	1.28	0.25	75	11	4.07	0.5	0.09	10	0.98	307	0.31	12	910	1	11	143	0.03	5	140	5



APÉNDICE II.A. Muestras Geoquímicas del Prospector Pucacorr Norte.



NÚMERO DE MUESTRA	UBICACIÓN	Cu ppm	Mo ppm	Au ppb	Ag ppm	Zn ppm	Pb ppm	Al %	As ppm	B ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Fe %	Hg ppm	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Sb ppm	Sc ppm	Sr ppm	Ti %	Ti ppm	V ppm	W ppm
74546	Pucacorr Norte	18	4	5	0.1	4	1	1.06	1	10	50	1	0.14	0.25	1	42	4.65	0.5	0.24	10	0.07	8	0.31	0.5	380	1	1	166	0.01	5	13	5
74547	Pucacorr Norte	216	2	5	0.1	50	3	1.96	10	5	30	1	0.37	0.25	49	22	3.99	0.5	0.08	70	1.03	418	0.28	15	550	2	9	104	0.09	5	100	5
92851	Pucacorr Norte	11	1	5	0.2	12	3	1.2	9	10	60	2	0.21	1.1	3	5	3.39	1	0.18	10	0.21	73	0.11	2	270	2	3	31	0.01	10	51	10
92852	Pucacorr Norte	8	2	8	0.2	7	9	0.57	31	10	40	4	0.09	0.5	2	4	6.44	1	0.22	10	0.05	81	0.03	2	360	3	2	33	0.01	10	29	10
92853	Pucacorr Norte	70	2	6	0.2	10	7	0.83	16	10	80	3	0.2	1.7	2	9	5.08	1	0.17	10	0.05	126	0.25	2	530	2	3	77	0.01	10	67	10
92854	Pucacorr Norte	33	1	5	0.2	8	4	1.34	2	10	40	2	0.26	0.5	3	4	2.92	1	0.11	10	0.2	31	0.13	2	220	2	3	80	0.01	10	60	10
92855	Pucacorr Norte	105	4	5	0.2	43	11	4.26	16	10	40	2	1.08	0.5	35	7	4.88	1	0.15	10	1.3	616	0.16	8	930	2	11	53	0.08	10	155	10
92856	Pucacorr Norte	42	4	5	0.2	8	3	0.96	3	10	20	2	0.23	0.5	16	1	3.81	1	0.15	10	0.28	159	0.09	3	240	2	7	71	0.01	10	94	10
92857	Pucacorr Norte	211	2	5	0.2	23	4	2.45	21	10	30	2	0.64	0.5	36	6	3.11	1	0.08	10	1.28	188	0.05	8	440	2	7	77	0.08	10	116	10
92858	Pucacorr Norte	223	4	5	0.2	25	25	1.51	9	10	50	2	0.57	0.5	52	4	2.54	1	0.05	10	0.61	178	0.06	11	620	2	7	61	0.1	10	93	10
92859	Pucacorr Norte	109	2	5	0.2	5	2	2.05	4	10	40	2	0.19	0.5	2	2	2.16	1	0.13	10	0.53	18	0.23	3	340	2	2	145	0.01	10	30	10
92860	Pucacorr Norte	25	2	5	0.2	4	4	1.46	7	10	40	2	0.05	0.5	2	18	1.36	1	0.15	20	0.4	100	0.23	10	310	2	2	94	0.01	10	21	10
92861	Pucacorr Norte	18	2	5	0.2	5	2	1.7	2	10	50	2	0.06	0.5	4	8	2.39	1	0.23	20	0.54	35	0.11	7	360	2	3	103	0.01	10	32	10
92862	Pucacorr Norte	18	3	7	0.2	2	2	0.71	14	10	50	2	0.55	0.5	2	6	3.26	1	0.27	10	0.04	31	0.26	2	710	2	1	30	0.01	10	16	10
92863	Pucacorr Norte	350	2	24	0.2	20	4	2.25	5	10	20	2	1.29	0.5	18	7	3.37	1	0.13	10	1.57	281	0.12	7	570	2	7	42	0.07	10	99	10
92864	Pucacorr Norte	9	31	5	0.2	2	2	0.62	42	10	40	3	0.24	0.5	2	13	5.11	1	0.32	10	0.03	47	0.56	2	250	2	1	86	<0.01	10	17	10
92865	Pucacorr Norte	22	2	5	0.2	47	7	3.73	11	20	120	2	4.59	0.5	21	3	4.92	2	0.07	10	1.03	850	0.18	4	780	2	9	150	0.19	10	133	10
92866	Pucacorr Norte	78	3	17	0.5	64	31	3.63	14	10	80	2	4.34	0.5	28	8	5.86	2	0.05	10	1.37	1225	0.38	10	720	2	12	122	0.19	10	150	10
92867	Pucacorr Norte	41	1	69	0.2	19	3	2.94	17	10	50	2	2.74	0.5	7	11	7.14	1	0.18	10	0.49	99	0.42	4	540	2	12	128	0.06	10	132	10
92868	Pucacorr Norte	70	1	122	0.2	26	2	1.02	47	10	20	2	4.55	0.5	11	7	14.5	1	0.16	10	0.12	91	0.16	3	620	2	5	30	0.03	10	99	10
92869	Pucacorr Norte	27	1	5	0.2	14	8	1.98	5	10	40	2	1.82	0.5	3	6	3.76	1	0.15	10	0.26	57	0.33	2	390	2	7	127	0.03	10	91	10
92870	Pucacorr Norte	25	2	11	0.2	11	10	0.87	19	10	20	3	0.35	0.5	3	7	3.64	1	0.15	10	0.09	59	0.17	3	250	2	3	38	0.01	10	39	10
92871	Pucacorr Norte	462	1	6	0.2	75	11	4.41	20	10	30	2	0.31	0.5	16	11	4.68	1	0.06	10	0.77	172	0.1	11	590	2	19	162	0.07	10	208	10
92872	Pucacorr Norte	8	2	5	0.2	3	11	0.66	5	10	40	2	0.08	0.5	2	13	5.28	1	0.27	10	0.08	20	0.42	3	440	2	2	128	0.02	10	34	10
92873	Pucacorr Norte	5	2	5	0.2	2	8	0.37	5	10	50	2	0.08	0.5	1	5	3.91	1	0.27	10	0.03	24	0.25	1	310	2	1	57	0.02	10	14	10
92874	Pucacorr Norte	40	7	5	0.2	5	6	1.08	5	10	90	3	0.1	0.5	4	12	8.3	1	0.16	10	0.04	34	0.29	4	590	2	3	273	0.02	10	44	10
92875	Pucacorr Norte	262	1	24	0.7	17	5	6.19	10	10	20	2	1.16	0.5	9	5	5.18	1	0.04	10	1.78	194	0.22	9	460	2	8	157	0.02	10	172	10
92876	Pucacorr Norte	91	2	7	0.2	24	13	3.95	6	10	30	2	0.33	0.5	10	7	5.34	1	0.08	10	1.06	153	0.09	6	520	2	15	84	0.1	10	181	10



APÉNDICE II.A. Muestras Geoquímicas del Prospector Pucacorr Norte.

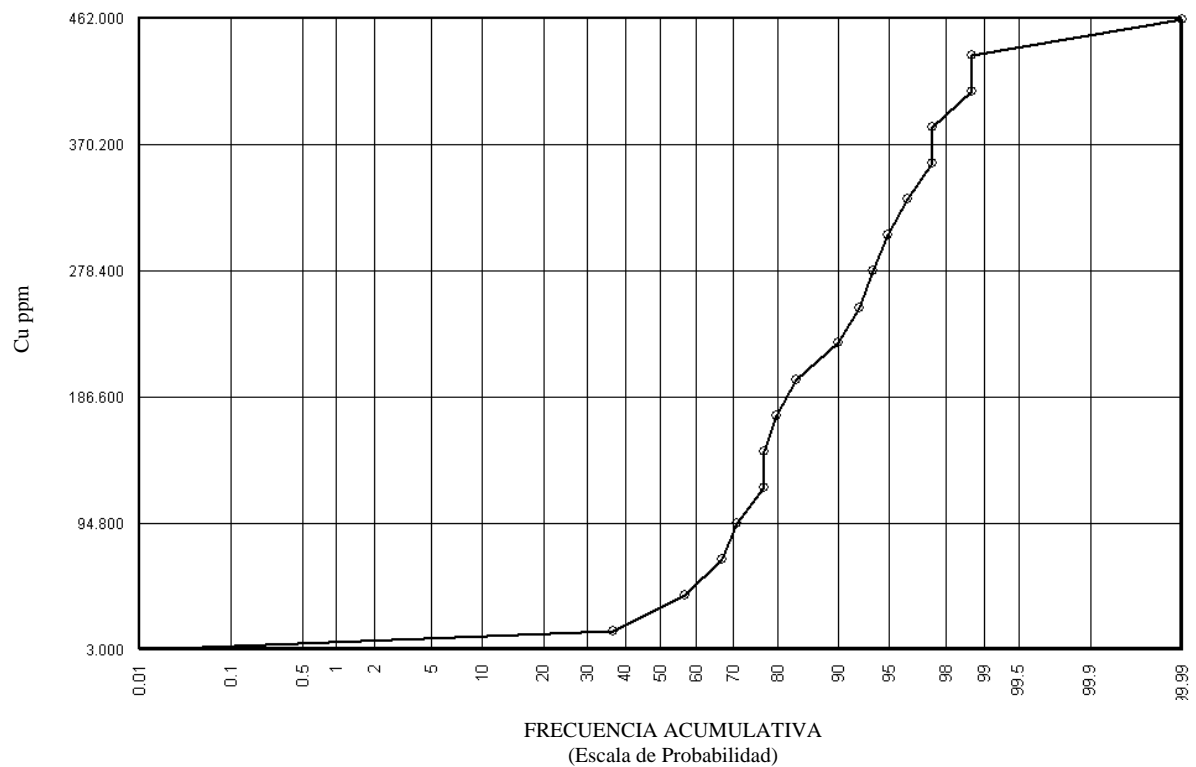
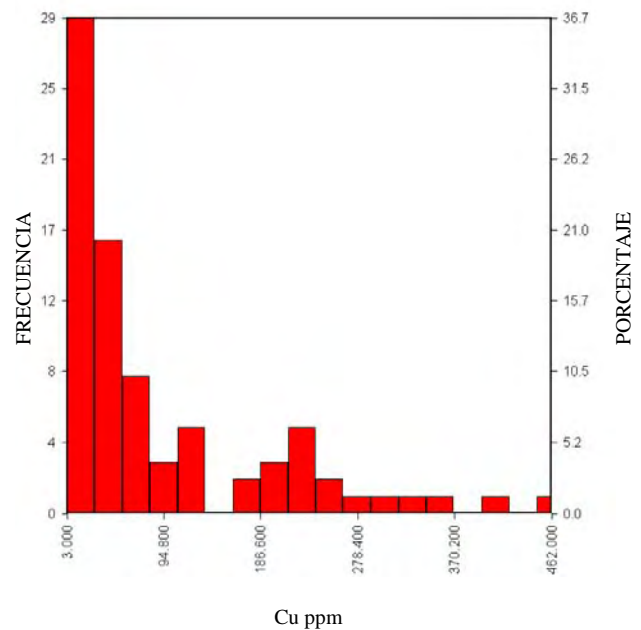


NÚMERO DE MUESTRA	UBICACIÓN	Cu ppm	Mo ppm	Au ppb	Ag ppm	Zn ppm	Pb ppm	Al %	As ppm	B ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Fe %	Hg ppm	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Sb ppm	Sc ppm	Sr ppm	Ti %	Ti ppm	V ppm	W ppm
92877	Pucacorr Norte	276	4	15	0.3	58	17	2.86	14	10	60	2	0.35	0.5	23	8	5.63	1	0.13	10	0.97	674	0.12	6	570	2	18	132	0.16	10	151	10
92878	Pucacorr Norte	111	2	5	0.2	14	6	1.07	5	10	50	2	0.13	0.5	2	4	10.4	2	0.25	10	0.06	28	0.09	1	880	2	4	78	0.01	10	89	10
92879	Pucacorr Norte	36	3	96	2.9	5	168	0.19	9440	10	20	10	0.44	0.5	2	12	18.2	1	2.76	10	0.03	14	0.32	3	1460	18	10	27	0.06	10	46	10
92880	Pucacorr Norte	18	1	5	0.2	66	39	3.27	27	10	10	2	4.04	0.5	10	8	5.01	1	0.02	10	1.44	595	0.18	5	590	2	15	55	0.2	10	165	10
92881	Pucacorr Norte	36	1	5	0.2	17	9	1.26	7	10	40	3	0.87	0.5	5	6	3.69	1	0.16	10	0.24	82	0.26	3	360	2	6	55	0.07	10	49	10
92882	Pucacorr Norte	78	1	6	0.2	45	21	2.18	12	10	80	2	2.06	0.5	5	9	5.68	1	0.15	10	0.84	192	0.24	2	220	2	8	78	0.12	10	165	10
92883	Pucacorr Norte	19	1	15	0.2	8	12	1.44	11	10	50	2	0.88	0.5	2	4	4.8	1	0.19	10	0.05	27	0.3	1	310	2	3	125	0.03	10	38	10
92884	Pucacorr Norte	13	1	5	0.2	12	7	0.96	9	10	50	2	0.14	0.5	4	8	6.32	1	0.19	10	0.09	43	0.19	1	410	2	5	55	0.06	10	93	10
92885	Pucacorr Norte	9	1	5	0.2	22	4	1.67	10	10	50	2	0.22	0.5	5	10	7.14	1	0.17	10	0.53	128	0.1	2	550	2	10	41	0.04	10	167	10
92886	Pucacorr Norte	11	1	6	0.2	18	6	1.45	5	10	20	2	0.06	0.5	8	8	3.52	1	0.1	10	0.2	24	0.1	1	310	2	7	35	0.04	10	82	10
92887	Pucacorr Norte	8	1	5	0.2	19	16	1.92	10	10	30	2	1.77	0.5	5	8	4.16	1	0.16	10	0.9	130	0.19	3	500	2	9	103	0.13	10	109	10
92888	Pucacorr Norte	41	1	12	0.2	23	20	2.23	15	10	30	2	3.45	0.5	15	8	7.49	1	0.13	10	0.4	154	0.26	3	370	2	7	178	0.05	10	141	10
92889	Pucacorr Norte	5	1	17	0.2	3	11	1.09	31	10	80	2	0.24	0.5	1	3	5.12	1	0.52	10	0.02	25	0.52	1	340	2	2	195	0.01	10	51	10
92890	Pucacorr Norte	1655	1	12	0.2	395	10	5.04	2	10	20	2	2.83	2.1	82	7	4.09	1	0.09	10	2.11	964	0.38	11	470	2	8	146	0.14	10	132	10
92891	Pucacorr Norte	194	1	11	0.2	139	26	1.52	16	10	130	2	1.31	0.5	4	6	4.17	1	0.17	10	0.23	47	0.22	1	320	2	5	78	0.04	10	70	10
92892	Pucacorr Norte	130	1	5	0.2	25	18	1.48	102	10	20	2	0.18	0.5	3	7	4.83	1	0.08	10	0.24	66	0.12	2	350	2	5	27	0.01	10	76	10
97251	Pucacorr Norte	667	2	6120	0.2	2	12	0.68	60	10	10	12	0.29	0.5	33	1	27.5	1	0.12	10	0.04	114	0.06	1	400	3	2	5	0.01	10	147	20
97252	Pucacorr Norte	5	1	5	0.2	12	7	0.97	0.2	10	10	2	0.89	0.5	1	3	5.84	1	0.12	10	0.14	22	0.19	1	370	2	7	124	0.09	10	111	10
97253	Pucacorr Norte	33	7	0.5	0.2	16	4	0.6	34	10	10	2	0.16	0.5	8	4	10.5	1	0.14	20	0.05	167	0.11	1	450	2	3	81	0.01	10	74	10
97254	Pucacorr Norte	40	1	5	0.2	40	10	1.99	4	10	40	2	2.42	0.5	3	7	4.84	1	0.11	10	0.78	134	0.36	2	490	2	10	90	0.06	10	131	10
97255	Pucacorr Norte	58	5	10	0.2	26	10	4.63	9	10	30	2	0.26	0.5	8	4	5.37	1	0.04	10	1.3	908	0.22	20	510	2	9	133	0.11	10	149	10
97256	Pucacorr Norte	25	2	5	0.2	7	2	1.02	2	10	30	2	0.07	0.5	4	2	1.77	1	0.14	10	0.55	38	0.11	3	310	2	1	40	0.01	10	12	10
97257	Pucacorr Norte	3	13	5	0.2	15	2	0.4	2	10	110	2	0.05	0.5	1	1	1.53	1	0.4	10	0.03	12	0.1	1	140	2	1	28	0.01	10	8	10
97258	Pucacorr Norte	111	1	5	0.2	8	16	1.38	18	10	30	2	0.18	0.5	2	3	4.85	1	0.19	10	0.28	54	0.31	2	200	2	3	62	0.01	10	60	10
97259	Pucacorr Norte	55	5	5	0.2	7	6	1.06	5	10	30	2	0.13	0.5	3	2	3.36	1	0.14	10	0.33	26	0.1	1	190	2	3	44	0.01	10	33	10
97260	Pucacorr Norte	67	2	6	0.2	19	7	3.85	18	20	50	2	0.15	0.5	11	8	7.24	1	0.16	10	0.32	243	0.37	6	830	2	7	250	0.03	10	88	10

APÉNDICE II. B. Histogramas y Gráficos de Frecuencias Acumulativas.

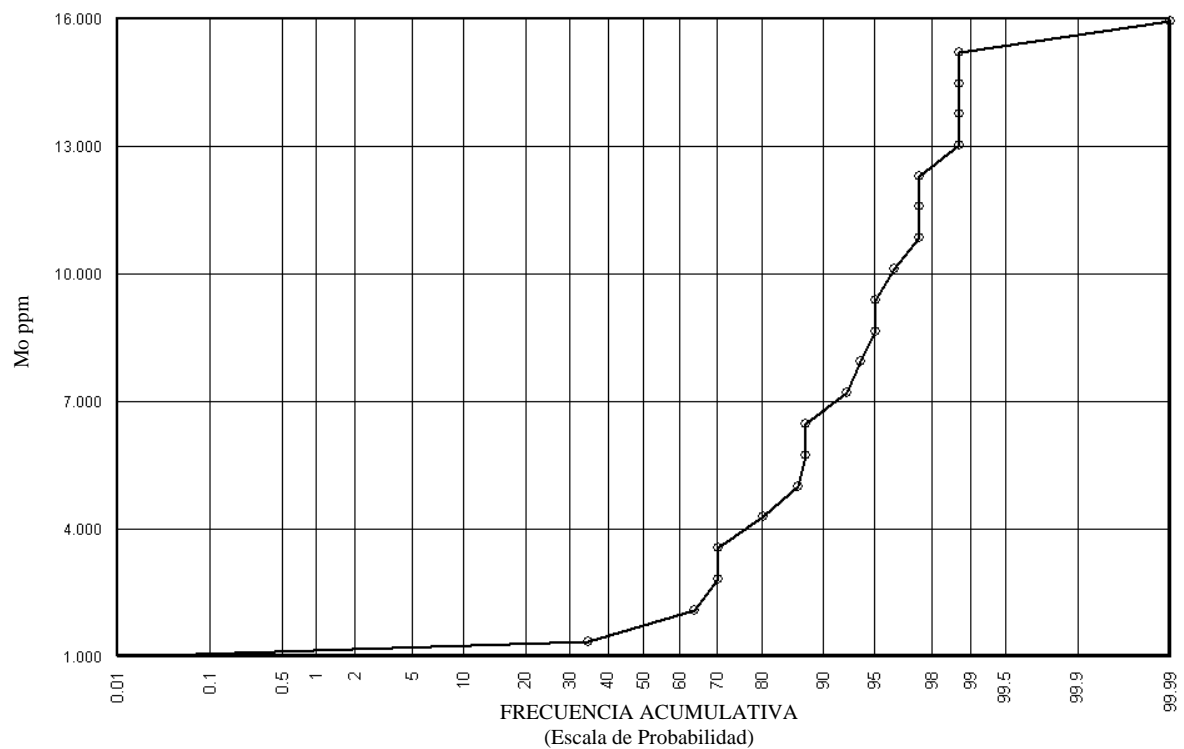
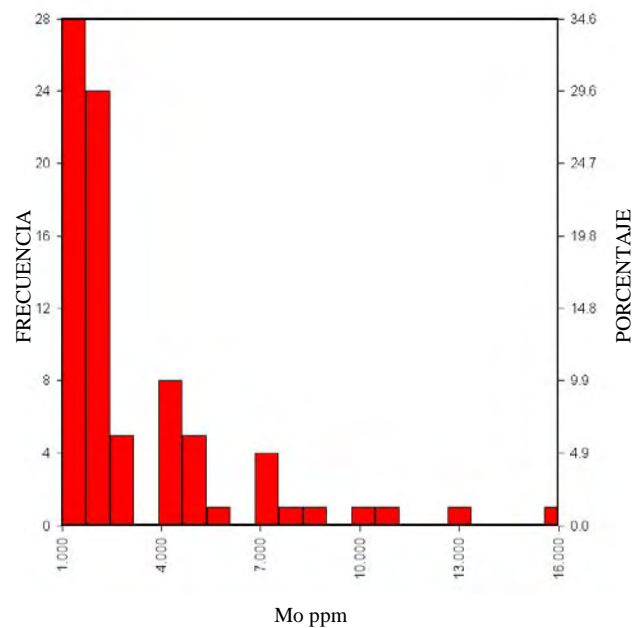
1. Cobre

ESTADÍSTICAS	
Población	79
Mínimo	3
Máximo	462
Media	91.139
Desviación Estándar	104.738
Coeficiente de Variación	1.149



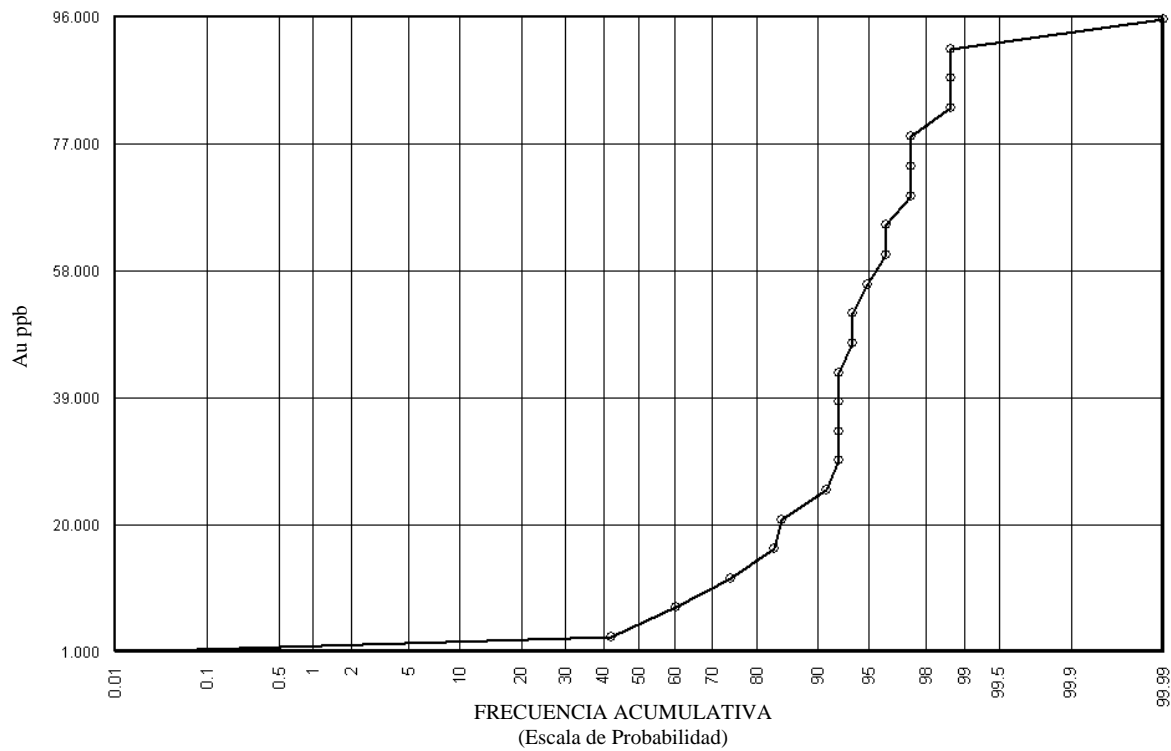
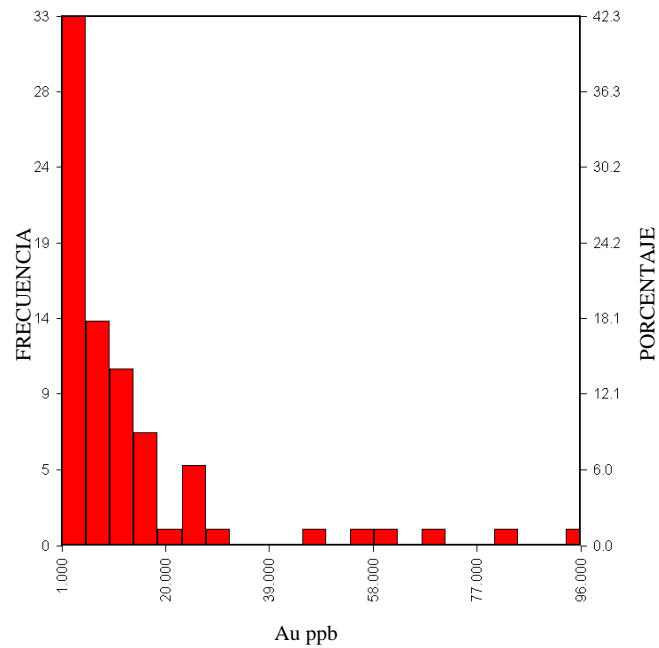
2. Molibdeno

ESTADÍSTICAS	
Población	81
Mínimo	1
Máximo	16
Media	3.074
Desviación Estándar	2.915
Coeficiente de Variación	0.948



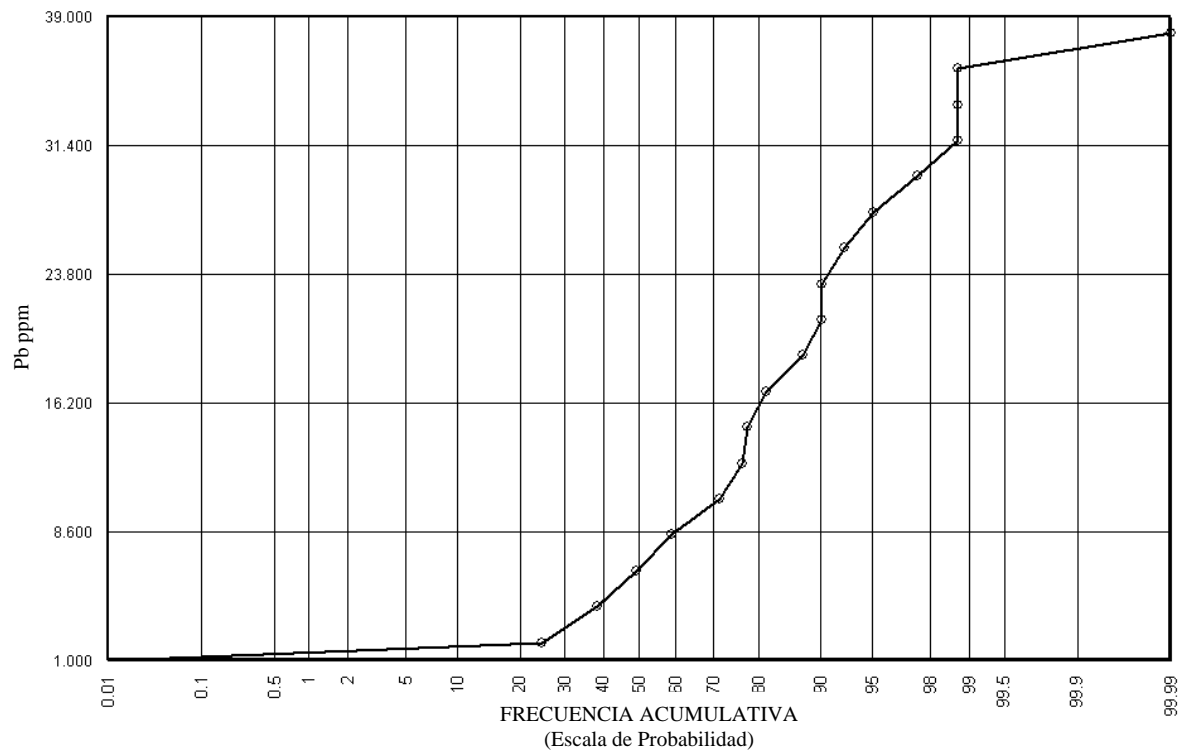
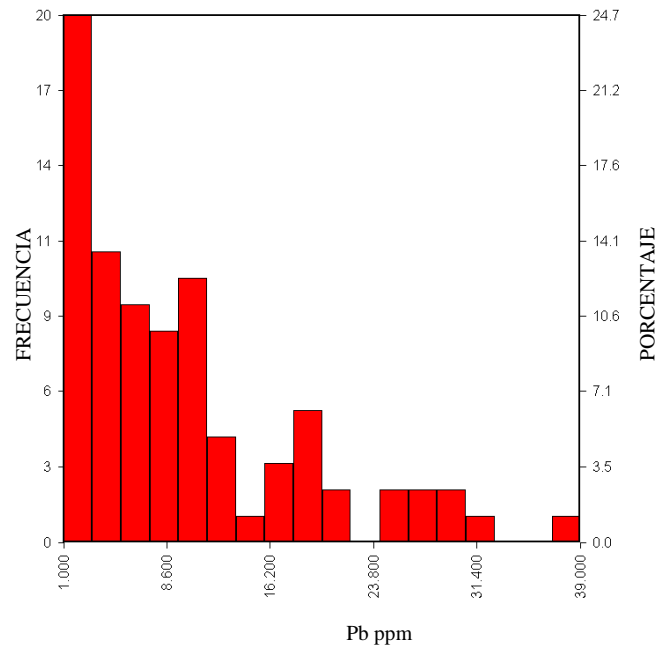
3. Oro

ESTADÍSTICAS	
Población	78
Mínimo	1
Máximo	96
Media	13.833
Desviación Estándar	17.596
Coeficiente de Variación	1.272



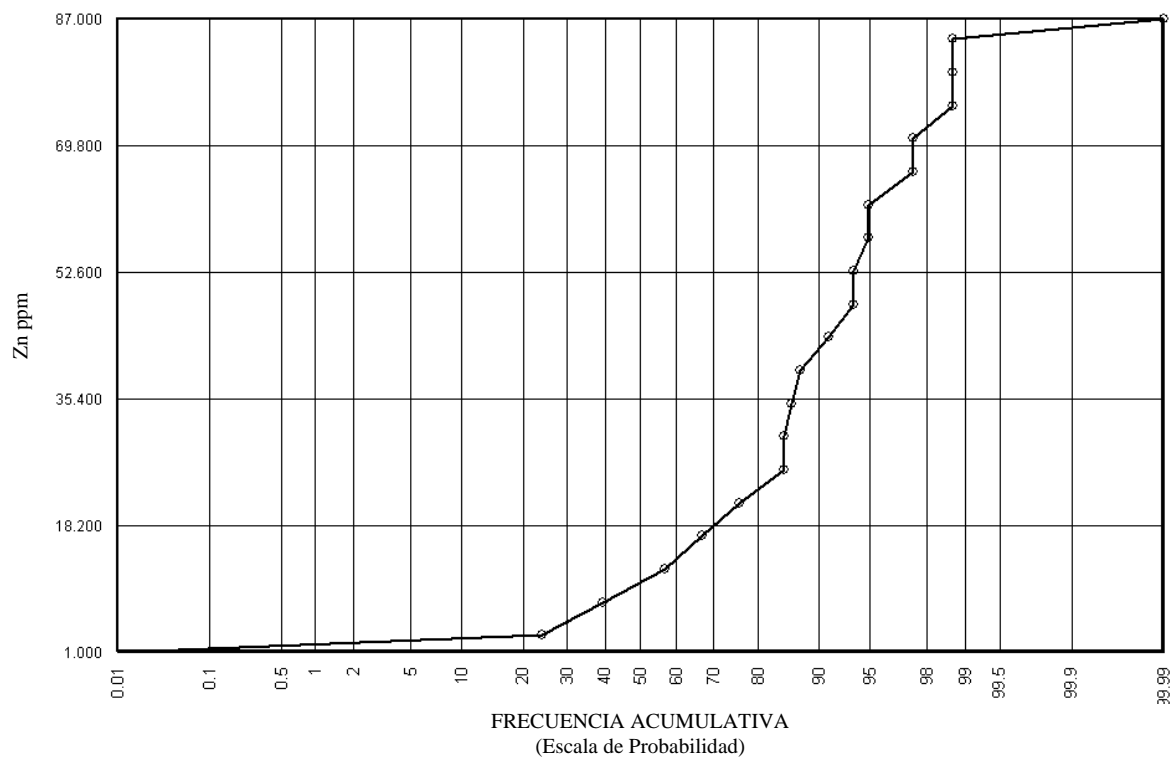
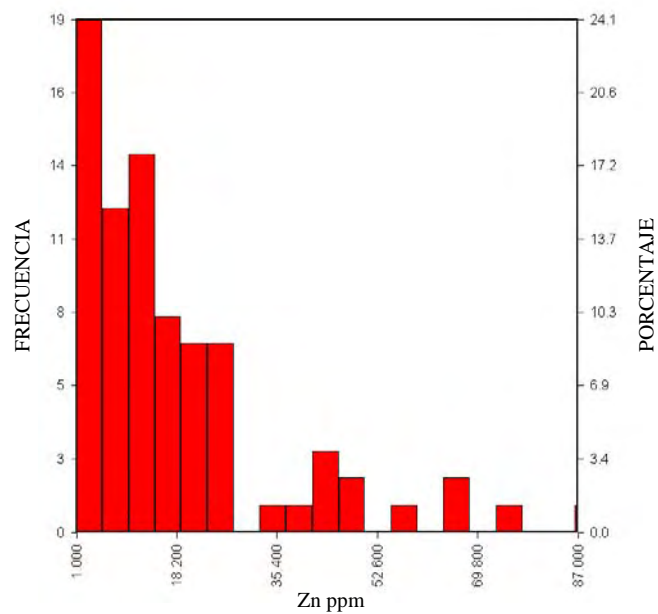
4. Plomo

ESTADÍSTICAS	
Población	81
Mínimo	1
Máximo	39
Media	9.988
Desviación Estándar	8.461
Coeficiente de Variación	0.847



5. Zinc

ESTADÍSTICAS	
Población	79
Mínimo	1
Máximo	87
Media	17.911
Desviación Estándar	17.988
Coeficiente de Variación	1.004





APÉNDICE II.C. Matriz de Correlaciones Geoquímicas del Prospecto Pucacorrall Norte.



	Cu	Mo	Au	Ag	Zn	Pb	Al	As	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Fe	Hg	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Sb	Sc	Sr	Ti	Ti	V	W
Cu	1.000																														
Mo	-0.094	1.000																													
Au	0.273	-0.037	1.000																												
Ag	-0.273	-0.033	-0.019	1.000																											
Zn	0.641	-0.152	-0.052	-0.024	1.000																										
Pb	-0.035	-0.049	0.000	0.843	0.056	1.000																									
Al	0.384	-0.237	-0.104	0.014	0.482	-0.064	1.000																								
As	-0.045	-0.006	-0.008	0.904	-0.047	0.902	-0.147	1.000																							
B	-0.071	-0.042	0.037	0.056	-0.005	0.052	-0.021	0.036	1.000																						
Ba	-0.231	0.099	-0.133	-0.068	0.035	-0.043	-0.144	-0.095	0.038	1.000																					
Bi	0.133	-0.027	0.577	0.413	-0.091	0.408	-0.173	0.466	0.051	-0.136	1.000																				
Ca	0.100	-0.096	-0.056	0.054	0.355	0.105	0.345	-0.042	0.357	-0.077	-0.103	1.000																			
Cd	0.101	-0.178	0.070	0.107	0.216	0.063	-0.020	0.070	0.546	0.030	0.194	0.015	1.000																		
Co	0.587	-0.051	0.125	-0.028	0.510	-0.035	0.543	-0.059	-0.118	-0.178	-0.037	0.207	0.001	1.000																	
Cr	0.015	0.229	-0.101	-0.051	-0.031	-0.011	-0.147	-0.015	-0.125	-0.026	-0.200	0.205	-0.679	-0.072	1.000																
Fe	0.120	0.004	0.649	0.343	-0.048	0.381	-0.098	0.385	0.054	-0.157	0.634	0.095	0.092	0.075	-0.110	1.000															
Hg	-0.049	-0.050	-0.022	0.147	0.056	0.028	0.119	-0.023	0.275	0.282	-0.018	0.310	0.124	0.055	-0.124	0.082	1.000														
K	-0.123	0.104	-0.025	0.841	-0.127	0.831	-0.304	0.958	0.026	0.022	0.452	-0.134	0.065	-0.149	-0.007	0.360	-0.042	1.000													
La	0.037	-0.029	-0.020	-0.030	-0.022	-0.079	-0.061	-0.017	-0.216	-0.053	-0.042	-0.165	-0.137	0.151	0.021	-0.017	-0.035	-0.038	1.000												
Mg	0.504	-0.207	-0.099	0.050	0.586	-0.030	0.811	-0.106	-0.031	-0.166	-0.197	0.359	0.079	0.603	-0.071	-0.172	0.123	-0.260	0.056	1.000											
Mn	0.373	-0.092	-0.025	0.088	0.585	0.054	0.650	-0.073	0.134	0.026	-0.097	0.439	0.203	0.576	-0.141	-0.005	0.433	-0.196	0.050	0.755	1.000										
Na	0.015	0.131	-0.135	0.107	0.198	0.156	0.244	0.077	-0.054	-0.039	-0.024	0.234	-0.118	-0.027	0.013	0.029	-0.013	0.107	-0.014	0.045	0.087	1.000									
Ni	0.352	-0.063	-0.086	0.045	0.322	-0.044	0.647	-0.040	-0.152	-0.163	-0.197	0.084	-0.084	0.713	0.008	-0.164	0.026	-0.155	0.231	0.661	0.603	-0.038	1.000								
P	0.104	-0.092	-0.032	0.477	0.164	0.478	0.383	0.483	0.100	-0.105	0.142	0.196	0.076	0.423	-0.104	0.422	0.279	0.385	0.015	0.321	0.400	0.126	0.326	1.000							
Sb	-0.038	-0.035	0.055	0.879	-0.069	0.875	-0.145	0.968	0.104	-0.110	0.486	-0.021	0.150	-0.066	-0.106	0.430	-0.010	0.931	-0.001	-0.114	-0.068	0.069	-0.040	0.451	1.000						
Sc	0.241	-0.233	-0.104	0.161	0.286	0.234	0.687	0.104	0.020	-0.130	-0.074	0.311	0.072	0.407	-0.189	0.095	0.109	-0.057	0.055	0.602	0.518	0.061	0.435	0.494	0.122	1.000					
Sr	0.052	-0.017	-0.160	-0.070	0.151	-0.097	0.455	-0.126	0.037	0.125	-0.201	0.094	-0.159	0.080	-0.012	-0.021	0.053	-0.163	0.040	0.197	0.156	0.458	0.158	0.247	-0.139	0.282	1.000				
Ti	0.263	-0.187	-0.083	0.116	0.459	0.203	0.561	0.030	0.195	0.048	-0.073	0.517	0.178	0.478	-0.133	-0.039	0.348	-0.101	0.005	0.693	0.779	0.042	0.469	0.350	0.047	0.681	0.093	1.000			
Ti	-0.052	-0.178	0.084	0.128	0.055	0.057	-0.060	0.083	0.604	0.032	0.216	0.009	0.932	-0.089	-0.696	0.069	0.148	0.089	-0.134	0.029	0.122	-0.152	-0.095	0.002	0.179	0.077	-0.173	0.183	1.000		
V	0.317	-0.270	0.139	0.029	0.329	0.051	0.703	-0.078	0.520	-0.158	0.082	0.375	0.163	0.434	-0.268	0.313	0.156	-0.226	-0.001	0.610	0.534	0.021	0.367	0.412	-0.040	0.843	0.239	0.608	0.143	1.000	
W	0.000	0.213	0.036	-0.015	-0.068	-0.013	-0.191	0.002	0.233	-0.135	0.167	0.313	-0.112	-0.025	0.443	0.234	-0.018	0.029	0.016	-0.127	-0.085	-0.089	-0.138	-0.035	0.012	-0.107	-0.073	-0.106	-0.108	0.020	1.000

APÉNDICE III

APÉNDICE III. Dataciones Radiométricas Ar-Ar de Muestras de Roca.

Four hand samples were provided by Andrew Davies at Teck Cominco Limited on June 19, 2006. The samples were crushed and washed in deionized water. Mineral separates were then hand-picked, washed in deionized water, wrapped in aluminum foil and stacked in an irradiation capsule with similar-aged samples and neutron flux monitors (Fish Canyon Tuff sanidine, 28.02 Ma).

The samples were irradiated on July 4 through July 6, 2006 at the McMaster Nuclear Reactor in Hamilton, Ontario, for 90 MWH, with a neutron flux of approximately 3×10^{16} neutrons/cm². Analyses (n=43) of 15 neutron flux monitor positions produced errors of <0.5% in the J value. The samples were analyzed on July 25 through July 28, 2006, at the Noble Gas Laboratory, Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada. The separates were step-heated at incrementally higher powers in the defocused beam of a 10W CO₂ laser (New Wave Research MIR10) until fused. The gas evolved from each step was analyzed by a VG5400 mass spectrometer equipped with an ion-counting electron multiplier. All measurements were corrected for total system blank, mass spectrometer sensitivity, mass discrimination, radioactive decay during and subsequent to irradiation, as well as interfering Ar from atmospheric contamination and the irradiation of Ca, Cl and K (Isotope production ratios: $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}}=0.0302$, $(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{Ca}}=1416.4306$, $(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{Ca}}=0.3952$, $\text{Ca/K}=1.83(^{37}\text{ArCa}/^{39}\text{ArK}).$).

PC-N-114 Sericite No plateau. Spectra up-stepping to ca. 135 Ma to 125 Ma.
(*three analyses*) Correlation age: 112 ± 1.4 Ma ($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ intercept = 293.2 ± 4 ,
MSWD = 1.3)
Integrated (total fusion) age: 118.1 ± 1.4 Ma

Three analyses of PC-N-114 Sericite yielded similar up-stepping spectra, each leveling off near 135 Ma to 125 Ma but none satisfying the criteria for a plateau age. One representative spectrum is presented below. A poorly constrained (only three point) isochron could be derived from the low-temperature steps, yielding a correlation age of 112 ± 1.4 Ma. Despite the disturbed sample, an Early Cretaceous age is indicated.

